

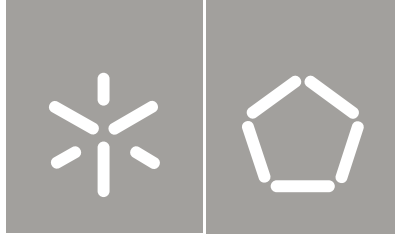
Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Luís Pedro Mendes Pereira Ribeiro

Normalização dos postos de trabalho na  
secção de pintura de uma empresa de  
mobiliário







Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Luís Pedro Mendes Pereira Ribeiro

Normalização dos postos de trabalho na  
secção de pintura de uma empresa de  
mobiliário

Tese de Mestrado  
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao  
Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação da  
Professora Doutora Anabela Carvalho Alves

Outubro de 2012

## DECLARAÇÃO

Nome: Luís Pedro Mendes Pereira Ribeiro

Correio electrónico: luis\_pedro\_r@hotmail.com

Tel./Tlm.: 916451340

Número do Bilhete de Identidade: 13359918

Título da dissertação:

Normalização dos postos de trabalho na secção de pintura de uma empresa de mobiliário

Ano de conclusão: 2012

Orientador: Professora Doutora Anabela Alves e Eng.º Mário Ferreira

Designação do Mestrado: Engenharia e Gestão Industrial

Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Área de Especialização: Engenharia Industrial

Escola: Escola de Engenharia

Departamento: Departamento de Produção e Sistemas

1. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.
  
2. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA DISSERTAÇÃO (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.), APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.
  
3. De acordo com a legislação em vigor, não é permitida a reprodução de qualquer parte desta dissertação

Guimarães, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMENTOS**

A conclusão deste projeto é o culminar de uma mais uma etapa. Permitam-me, desta forma, expressar os meus mais sinceros agradecimentos a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que a elaboração deste projeto fosse possível.

Contudo, tenho que agradecer particularmente:

À Professora Doutora Anabela Alves por toda a disponibilidade e apoio demonstrados ao longo do projeto. Também pela partilha de conhecimentos, cujo resultado se reflete ao longo deste trabalho.

À Swedwood Portugal pela oportunidade que me deu em pertencer a uma equipa de trabalho unida e ambiciosa, com a qual aprendi bastante.

Ao Eng.º Mário Ferreira, responsável pelos Processos e meu orientador na empresa pela forma como me integrou na equipa e, sobretudo, pela forma como me motivou para o tema. A ele, agradeço ainda todo o apoio e acompanhamento prestados ao longo do projeto.

A todos os colegas da Swedwood, desde chefias a operadores, pela partilha de informações e conhecimentos. A eles também agradeço a dedicação e empenho demonstrado em algumas fases deste projeto, sem as quais os bons resultados não seriam possíveis.

Por fim à minha mãe, irmã e namorada pela compreensão, paciência e, sobretudo apoio demonstrado não só ao longo de todo o trabalho, como também ao longo de toda a vida, especialmente nas alturas em que mais precisei do apoio delas.

A todos, o meu sincero OBRIGADO.



## RESUMO

A presente dissertação, inserida no âmbito do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, descreve um projeto cujo objetivo principal foi a normalização dos postos de trabalho da área de pintura de uma empresa de mobiliário, a Swedwood Portugal, empresa pertencente ao grupo Swedwood, ramo industrial do IKEA.

Na conjuntura atual as empresas têm a necessidade de reduzir custos, mantendo a qualidade dos seus produtos ou serviços e garantindo o cumprimento dos prazos de entrega previamente estabelecidos. Para isso, as empresas procuram eliminar todas as atividades que não acrescentam valor ao produto ou serviço e que, consequentemente contribuam para a redução dos custos e do tempo de produção, tornando-se mais competitivas. Para eliminar estas atividades surgiu o modelo de produção Lean Production que recorre a um conjunto variado e vasto de ferramentas.

A empresa Swedwood Portugal inserida nesta conjuntura também procura implementar este modelo adaptado à sua visão estratégica e área de negócio. Para isso, procura desenvolver projetos que implementem ferramentas de Lean Production nas suas fábricas. Tais projetos são desenvolvidos por equipas de trabalho que integram alunos provenientes das universidades e que, numa metodologia de investigação-ação, vão procurando soluções para problemas num ciclo de melhoria contínua.

Após uma descrição do funcionamento geral da empresa, fez-se uma análise detalhada da área de pintura (objeto de estudo), recorrendo a ferramentas como o Value Stream Mapping (VSM), diagramas de causa-efeito, entre outras. Esta análise permitiu a identificação de alguns problemas como a baixa eficiência, a elevada taxa de retrabalho e de sucata e elevados tempos de preparação, destacando-se nestes a falta de método de trabalho.

Posteriormente apresentam-se propostas de melhoria para atingir o objetivo principal, a Normalização, utilizando-se ferramentas como os 5S, Gestão Visual e Poka-Yoke para estabilizar o processo por forma a garantir um ambiente propício à normalização. Realizou-se, depois, uma comparação dos valores dos indicadores de desempenho medidos no início e no final do projeto. A análise dos resultados demonstrou valores melhores para os indicadores decorrentes das ferramentas Lean utilizadas.

**Palavras-chave:** Lean Production, Trabalho Normalizado, Produção de mobiliário



## ABSTRACT

The present dissertation, inserted in the 5<sup>th</sup> year of the Master Integrated Degree in Industrial Engineering and Management, describes a project whose main objective was the standardization of the painting area of a furniture company, the Swedwood Portugal. This company belongs to the Swedwood group that is the industrial partner of IKEA.

In the current conjecture, companies have the needed to reduce costs while maintaining the quality of their products or services and ensuring compliance with established deadlines. For this, companies seek to eliminate all activities that do not add value to the product or service and therefore, that contribute to reducing costs and production times, becoming more competitive. To eliminate these non-value activities appear the production model called Lean Production that uses a wide and varied set of tools.

The Swedwood company, inserted at this conjecture, also seeks to implement this model adapted to their strategic vision and business area. Such projects are developed by work teams that integrate students from universities and that, in action-research methodology, will looking for solutions to problems in a cycle of continuous improvement.

Once the description of the general operation of company was made, was performed a detailed analysis of the painting area (study object) using tools as Value Stream Mapping (VSM), cause-effect diagrams, among others. This analysis allowed the identification of some problems like low efficiency rate, high rate of rework and scrap and high setup times, certainly caused by the lack of a working method.

After that, some proposals for improvement are presented to achieve the main goal, Standardization. For these target, firstly were used other tools such as 5S, Visual Management and Poka-Yoke devices to stabilize the process and achieve an environment conducive to standardization. Then, took place a comparison of the performance indicators measured at the beginning and at the ending of the project. The results demonstrated better values for the indicators derived from the used Lean tools.

**Keywords:** Lean Production; Standard Work; Furniture production





## ÍNDICE

AGRADECIMENTOS .....	iii
RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vii
ÍNDICE .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE TABELAS .....	xix
LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS.....	xxi
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Enquadramento .....	1
1.2. Objetivos .....	2
1.3. Metodologia de Investigação.....	3
1.4. Estrutura da dissertação.....	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1. Lean Production .....	7
2.2. Origem do Lean Production .....	7
2.3. Princípios do Lean Production .....	9
2.4. Fontes de desperdício (7+7) .....	10
2.5. Metodologias, Ferramentas e Técnicas Lean.....	12
2.5.1. Value Stream Mapping – VSM.....	13
2.5.2. Gestão Visual.....	16
2.5.3. Programa 5S .....	17
2.5.4. Poka-Yoke.....	20
2.5.5. Single Minute Exchange of Die .....	21
2.5.6. Trabalho Normalizado.....	23
2.5.7. Folha A3.....	28

2.5.8.	Ferramentas de identificação e resolução de problemas .....	29
2.5.8.1.	Brainstorming .....	29
2.5.8.2.	Diagrama de Causa-Efeito .....	30
2.5.8.3.	5 Porquês .....	30
2.6.	Benefícios e barreiras à implementação de Lean Production .....	31
2.7.	Metodologia utilizada para a Normalização e criação de Normas .....	32
2.8.	Casos de implementação de Lean Production .....	35
3.	APRESENTAÇÃO E CARATERIZAÇÃO DA EMPRESA .....	37
3.1.	Identificação e localização .....	37
3.2.	Grupo Swedwood e IKEA .....	38
3.2.1.	Visão e Valores do grupo .....	39
3.2.2.	Cadeia de valor, sectores de negócio e funções da Swedwood .....	40
3.3.	Medidas de desempenho .....	41
3.4.	Swedwood Way of Production – SWOP .....	42
3.5.	Fábrica Lacquering & Print .....	44
3.5.1.	Produtos .....	44
3.5.2.	Fluxo de materiais e layout geral .....	45
3.5.2.1.	Cutting .....	47
3.5.2.2.	Frames & ColdPress .....	48
3.5.2.3.	EdgeBand & Drill .....	48
3.5.2.4.	Lacquering .....	49
3.5.2.5.	Packing .....	49
3.5.2.6.	Warehouse .....	49
3.5.3.	Abastecimento de materiais .....	50
4.	DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL .....	51
4.1.	Descrição do sistema produtivo da área de pintura .....	51

4.2.	Controlos periódicos ao processo .....	56
4.2.1.	Medição da gramagem .....	56
4.2.2.	Teste da grafite.....	56
4.2.3.	Controlo da viscosidade .....	57
4.2.4.	Controlos de inspeção .....	58
4.3.	Tipos de preparações .....	58
4.4.	Descrição dos parâmetros de produção .....	59
4.5.	Análise crítica e identificação de problemas .....	60
4.5.1.	VSM para o produto mais produzido - Micke Desk 105x50 .....	60
4.5.2.	Tipo de paragens.....	61
4.5.3.	Instabilidade do processo de pintura .....	64
4.5.4.	Problemas nas preparações.....	67
4.5.4.1.	Tempo elevado na preparação de cor .....	68
4.5.4.2.	Elevado número de preparações de troca de referência .....	68
4.5.4.3.	Elevado número de preparações de altura de linha .....	69
4.5.5.	Falta de polivalência .....	69
4.5.6.	Falta de identificação e organização das tintas .....	71
4.5.7.	Falta de limpeza e desorganização da área .....	71
4.6.	Medidas de desempenho Lacquering VS Globais (BOF) .....	72
4.7.	Síntese dos problemas encontrados.....	73
5.	APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA .....	75
5.1.	Pré-normalização.....	79
5.1.1.	Aplicação dos 5S .....	79
5.1.1.1.	Marcação do chão e locais de passagem.....	79
5.1.1.2.	Delimitação e identificação de espaços para ferramentas e acessórios.....	80
5.1.1.3.	Pistolas de ar comprimido .....	81

5.1.1.4.	Acessório para remoção de tinta acumulada.....	82
5.1.2.	Gestão Visual.....	82
5.1.2.1.	Etiquetas para distinção das tintas na linha .....	82
5.1.2.2.	Etiquetas de identificação de matérias-primas.....	83
5.1.2.3.	Base para medição de gramagens.....	84
5.1.2.4.	Suporte para os raspadores .....	85
5.1.2.5.	Marcação do centro do RBO de Entrada .....	86
5.1.3.	Aplicação de mecanismos Poka-Yoke .....	86
5.1.3.1.	Limitador de altura.....	87
5.1.3.2.	Utilização dos raspadores.....	87
5.1.4.	Propostas para reduzir o tempo e o número de preparações .....	88
5.1.4.1.	Apertos rápidos nas guias de orientação.....	88
5.1.4.2.	Apertos rápidos nas bombas .....	89
5.1.4.3.	Teste Homag .....	89
5.2.	Normalização do trabalho.....	90
5.2.1.	Processo Produtivo .....	90
5.2.1.1.	Criação de Instruções de Trabalho de Produção (ITP) .....	91
5.2.1.2.	Folhas de trabalho normalizado.....	93
5.2.1.3.	Formação dos operadores.....	95
5.2.2.	Criação de um método para resolução de problemas .....	97
5.2.3.	Parâmetros de Produção .....	98
5.3.	Pós Normalização .....	100
5.3.1.	Alteração Layout.....	100
5.3.2.	Redução de custos com tintas .....	104
6.	DISCUSSÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS.....	107
6.1.	Melhoria da eficiência pela redução do tempo das preparações .....	107

6.2.	Melhoria da eficiência pela redução do número de paragens.....	108
6.3.	Redução da instabilidade do processo .....	109
6.3.1.	Redução da taxa de retrabalho.....	109
6.3.2.	Redução da taxa de sucata .....	111
6.3.3.	Redução da variação do processo .....	111
6.4.	Resultados da aplicação do controlo estatístico da gramagem.....	113
7.	CONCLUSÃO .....	115
7.1.	Conclusões .....	115
7.2.	Trabalho Futuro.....	117
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
	ANEXOS .....	125
	Anexo 1 – Símbolos utilizados na construção de um VSM.....	127
	Anexo 2 – Organigrama da Swedwood .....	131
	Anexo 3 – Análise ABC dos produtos com maiores volumes de produção .....	135
	Anexo 4 – VSM para o produto micke desk 105x50 .....	139
	Anexo 5 – Matriz de competências – Lacquering.....	143
	Anexo 6 – Standard Operation Sheet - Medição da gramagem.....	149
	Anexo 7 – Work Element Sheet – Registo na placa de medição .....	157
	Anexo 8 – CheckList de Resolução de Problemas.....	161
	Anexo 9 – Parâmetros Normalizados da 1ª Heesemann.....	165
	Anexo 10 – Estudo estatístico das gramagens aplicadas.....	169



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo da Investigação-Ação (adaptado de Susman & Evered (1978)).....	4
Figura 2. Casa Lean (Marchwinski, Shook & Schroeder, 2008).....	8
Figura 3. Princípios Lean .....	9
Figura 4. Representação dos sete desperdícios (Swedwood, 2012).....	10
Figura 5. Fases de implementação do Value Stream Mapping (VSM) .....	14
Figura 6. VSM representando o estado atual de um sistema (Lee & Snyder, 2006) .....	15
Figura 7. VSM representando o estado futuro de um sistema (Lee & Snyder, 2006) .....	16
Figura 8. Triângulo da Gestão Visual (adaptado de Greif (1991)).....	17
Figura 9. Modelo dos 5S (adaptado de Hirano (1995)) .....	18
Figura 10- Benefícios dos 5S (Hirano, 1995).....	20
Figura 11. Aplicação do conceito de Poka-Yoke ao <i>design</i> de um produto (adaptado de Villiers (2008)).....	21
Figura 12. Etapas SMED (adaptado de Shingo (1985)) .....	23
Figura 13. Standardized Work Combination Table (Dennis, 2007) .....	26
Figura 14. Standardized Work Analyses Chart (Dennis, 2007) .....	26
Figura 15. Job Element Sheet (Dennis, 2007) .....	27
Figura 16. Folha A3 - Resolução de Problemas (Shook, 2008).....	29
Figura 17. Diagrama de Causa-Efeito .....	30
Figura 18. Objetivo da Normalização.....	33
Figura 19. Metodologia para a Normalização (adaptado de Ungan (2006b)) .....	34
Figura 20. Instalações e Organização Swedwood Portugal (Swedwood, 2012).....	37
Figura 21. Estrutura do grupo IKEA (Swedwood, 2012) .....	38
Figura 22. Distribuição das fábricas do grupo Swedwood (Swedwood, 2012).....	39
Figura 23. Cadeia de valor Swedwood.....	40
Figura 24. Exemplo de móveis por sector: a) Setor BOF, b) Setor Flat Line e c) Setor Solid Wood (IKEA, 2012) .....	40
Figura 25. Metodologia SWOP - Etapas de implementação (Adaptado de Swedwood (2012)) ...	43
Figura 26. Família "Componentes BOF" .....	44
Figura 27. Diagrama SIPOC da fábrica Lacquering & Print.....	46
Figura 28. <i>Layout</i> geral da fábrica Lacquering & Print.....	47



Figura 29. Cores pintadas na área de pintura.....	51
Figura 30. <i>Layout</i> da área de pintura com a representação do fluxo de materiais e identificação das fases deste processo .....	52
Figura 31. Gráfico de análise de processo - Lacquering .....	54
Figura 32. Diagrama do processo de pintura .....	55
Figura 33. Controlo da gramagem .....	56
Figura 34. Teste da grafite .....	57
Figura 35. Controlo da viscosidade .....	57
Figura 36. Extrato VSM referente à área de produção Lacquering .....	60
Figura 37. Gráfico de Pareto das principais causas de paragem e respetivo tempo (Fevereiro) .	63
Figura 38. Defeito "Casca de Laranja" .....	65
Figura 39. Gráfico de Pareto dos principais defeitos e respetiva ocorrência .....	66
Figura 40. Gráfico de Pareto das principais causas de sucata e respetiva ocorrência .....	67
Figura 41. Acumulação de tinta nos caleiros .....	68
Figura 42. Matriz de competências dos operadores da área de produção Lacquering (Fevereiro) .....	70
Figura 43. Marcações dos espaços (antes e depois) .....	80
Figura 44. Marcação de locais de passagem .....	80
Figura 45. Delimitação e identificação de espaços para ferramentas e acessórios.....	81
Figura 46. Pistola de ar comprimido (antes e depois) .....	81
Figura 47. Acessório para limpar caleiros.....	82
Figura 48. Etiquetas de identificação de latas, por cor .....	83
Figura 49. Etiqueta para identificação de matérias-primas .....	84
Figura 50. Armazenamento das matérias-primas devidamente identificadas .....	84
Figura 51. Bases para medição da gramagem. a) Bases marcadas; b) bases com lixa.....	85
Figura 52. Suporte para os raspadores com marcação de níveis .....	85
Figura 53. Marcação do centro do RBO de entrada .....	86
Figura 54. Limitador de altura de peças no RBO de saída.....	87
Figura 55. Sistema anti-erro para os raspadores: a) colocação do raspador no suporte; b) colocação do suporte na máquina.....	88
Figura 56. Sistema de apertos rápidos nas guias de orientação.....	88
Figura 57. Sistema de apertos rápidos nas bombas .....	89

Figura 58. Plataforma para os testes.....	90
Figura 59. Exemplo da ITP do posto de trabalho "Operador de Linha", relativa à rotina "Execução".....	93
Figura 60. Excerto da SOS relativa ao controlo da medição da gramagem .....	94
Figura 61. Matriz de formação por rotina de cada posto de trabalho.....	96
Figura 62. Quadro de resolução de problemas .....	97
Figura 63. Quadro de resolução de problemas preenchido pelos operadores .....	98
Figura 64. Extrato dos valores definidos para o vácuo.....	99
Figura 65. Disposição atual dos postos de trabalho Wuwer de entrada e Wuwer de saída.....	100
Figura 66. Disposição futura dos postos de trabalho Wuwer de entrada e Wuwer de Saída.....	102
Figura 67. Tempo de ciclo das tarefas do operador do RBO de entrada vs. Tempo de ciclo de despaletização.....	103
Figura 68. Matriz de competências após formação.....	113
Figura 69. Símbolos utilizados na construção do VSM Rother & Shook (2003) .....	129
Figura 70. Organigrama Swedwood.....	133
Figura 71. Gráfico de Pareto dos produtos produzidos.....	138
Figura 72. VSM do produto Micke Desk.....	141
Figura 73. Matriz de competências Lacquering (parte 1) .....	145
Figura 74. Matriz de competências Lacquering (parte 2) .....	146
Figura 75. Matriz de competências Lacquering (parte 3) .....	147
Figura 76. SOS Medição da gramagem (Folha 1) .....	151
Figura 77. SOS Medição da gramagem (Folha 2) .....	152
Figura 78. SOS Medição da gramagem (Folha 3) .....	153
Figura 79. SOS Medição da gramagem (Folha 4) .....	154
Figura 80. SOS Medição da gramagem (Folha 6) .....	155
Figura 81. WES Registo na placa de medição.....	159
Figura 82. Checklist resolução do defeito "Risco do Top" .....	163
Figura 83. Parâmetros normalizados para a 1ª Heesemann .....	167
Figura 84. Extrato do ficheiro de recolha de dados das gramagens.....	171



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Impacto da aplicação dos princípios Lean na Indústria .....	32
Tabela 2. Características variáveis dos elementos BOF .....	44
Tabela 3. Tabela de velocidades das linhas de pintura.....	55
Tabela 4. Tempo despendido e número de preparações realizadas no mês de Fevereiro .....	58
Tabela 5. Parâmetros de produção - Lacquering.....	59
Tabela 6. Tempos de paragem (Fevereiro) .....	62
Tabela 7. Número de peças com defeitos (Fevereiro) .....	65
Tabela 8. Classificação 5S da área de produção.....	71
Tabela 9. Valores dos indicadores de desempenho (Fevereiro) .....	72
Tabela 10. Problemas da área de pintura, organizados pelas categorias 5M1E.....	73
Tabela 11. Plano de ações das propostas de Pré-normalização sugeridas, recorrendo aos 5W2H .....	76
Tabela 12. Plano de ações para as propostas de Normalização e Pós-Normalização sugeridas, recorrendo aos 5W2H.....	78
Tabela 13. Valores de aplicação do fornecedor vs. propostos .....	104
Tabela 14. Valores dos indicadores de desempenho ao longo do projeto .....	107
Tabela 15. Variação dos setups ao longo do projeto .....	107
Tabela 16. Tempo de paragem (Julho).....	108
Tabela 17. Variação do número de peças com defeitos ao longo do projeto .....	110
Tabela 18. Variação do valor da sucata ao longo do projeto.....	111
Tabela 19. Evolução da pontuação das auditorias 5S .....	111
Tabela 20. Intervalos de aplicação para a cor Black Brown.....	172



## LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

<b>ANF</b>	Anomalias ao Funcionamento
<b>AV</b>	Avarias
<b>BOF</b>	<i>Board on Frame</i>
<b>CO</b>	<i>Change Over</i>
<b>EHS</b>	<i>Environment, Health and Security</i>
<b>FIFO</b>	<i>First In, First Out</i>
<b>HDF</b>	<i>High Density Fiber</i>
<b>IAC</b>	Instrução de Auto-Controlo
<b>IKEA</b>	<i>Ingvar Kamprad da quinta Elmtaryd em Agunnaryd</i>
<b>IQ</b>	Impresso de Qualidade
<b>ITP</b>	Intrução de Trabalho de Produção
<b>JIT</b>	<i>Just-in-Time</i>
<b>LP</b>	<i>Lean Production</i>
<b>MDF</b>	<i>Medium Density Fiber</i>
<b>OEE</b>	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
<b>PDCA</b>	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
<b>POQ</b>	Paragem Organizacional ou Qualidade
<b>PP</b>	Paragem Planeada
<b>SET</b>	<i>Setup</i>
<b>SMED</b>	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
<b>SOS</b>	<i>Standard Operation Sheet</i>
<b>SWOP</b>	<i>Swedwood Way of Production</i>
<b>TPM</b>	<i>Total Productive Maintenance</i>
<b>TPS</b>	<i>Toyota Production System</i>
<b>TQM</b>	<i>Total Quality Management</i>
<b>UV</b>	Ultra-Violeta
<b>VSM</b>	<i>Value Stream Mapping</i>
<b>WES</b>	<i>Work Element Sheet</i>
<b>WIP</b>	<i>Work in Process</i>



## 1. INTRODUÇÃO

No presente capítulo é introduzido o projeto de dissertação “Normalização dos postos de trabalho na secção de pintura de uma empresa de mobiliário”. Neste capítulo, apresenta-se um enquadramento do tema, os objetivos da dissertação, a metodologia de investigação utilizada e, finalmente, a organização do documento.

### 1.1. Enquadramento

Nos dias de hoje, o mercado global é pautado por diversas dificuldades, sendo a exigência dos clientes a principal. Cada vez mais os clientes exigem os produtos com boa qualidade, prazos de entrega curtos e, sobretudo, exigem baixo preço. Para contornar estas adversidades as organizações devem adaptar-se, melhorando os seus sistemas produtivos para melhor responderem às exigências do mercado. Um modelo de produção para vencer estas adversidades é o Lean Production (Womack, Jones & Roos, 1990), que permite às organizações reduzirem custos, através da eliminação de desperdícios, respondendo desta forma às exigências dos clientes. Desperdício pode ser definido, segundo Liker (2004), como qualquer atividade que, do ponto de vista do cliente, não acrescenta valor ao produto final. Existem sete tipos de desperdícios: sobreprodução, movimentações, defeitos, esperas, transporte, processamento incorreto e *stock*.

Lean Production (LP) é um modelo organizacional de produção, consequente do Toyota Production System (TPS) (Monden, 1983), cujo objetivo é reduzir os desperdícios e atividades que não acrescentam valor ao produto (Womack, Jones & Roos, 1990; Shah & Ward, 2003, 2007; Arbos, 2002), utilizando, para isso, um conjunto de ferramentas.

Existem várias ferramentas para implementar o LP, sendo as mais utilizadas, o Value Stream Mapping (VSM), o Total Productive Maintenance (TPM), os 5S, a Gestão Visual, o Trabalho Normalizado, o SMED, o Kanban e o Poka-Yoke (Melton, 2005; Shah & Ward, 2003; Abdulmalek & Rajgopal, 2007). Estas ferramentas podem ser utilizadas simultaneamente, de modo a atingirem o objetivo referido, numa busca pela melhoria contínua (Abdulmalek & Rajgopal, 2007). Das diversas ferramentas Lean, a Normalização do Trabalho tem sido, nos últimos anos, alvo de estudos mais rigorosos, sendo considerada uma das grandes direções de pesquisa



futura (pelo seu enorme potencial), uma vez que permite alcançar consistência nas operações (Ungan, 2006a).

A consistência nas operações é um fator imprescindível para a sobrevivência e crescimento de uma organização (Ungan, 2006b), mas torna-se difícil de alcançar devido às diferentes maneiras de como os colaboradores fazem a mesma tarefa, conduzindo, por exemplo, a um aumento do tempo de produção e ao aparecimento de produtos não conformes (baixa qualidade). Para colmatar este problema pode recorrer-se à Normalização do Trabalho (Standard Work), que é definida como o grau em que as regras de trabalho, políticas e procedimentos operacionais são definidas e cumpridas (Jang & Lee, 1998).

Atendendo às vantagens da Normalização do Trabalho, a empresa Swedwood Portugal, onde foi realizado este projeto de dissertação, pretendeu implementar esta ferramenta para resolver os problemas da baixa eficiência e da elevada percentagem de produtos defeituosos observados no setor de pintura (Lacquering) que será objeto de estudo neste projeto.

## **1.2. Objetivos**

O objetivo principal deste projeto de dissertação passou pela implementação da Normalização do Trabalho, no sector Lacquering da empresa Swedwood Portugal. Objetivos específicos passaram pela:

- Criação de procedimentos de trabalho;
- Melhoria dos procedimentos existentes e rotinas diárias;
- Eliminação dos desperdícios;
- Normalização do processo produtivo;
- Formação dos colaboradores e criação de polivalência.

Com este projeto, pretendeu-se que todos os colaboradores executassem as mesmas tarefas da mesma forma, de modo a:

- Melhorar a eficiência dos processos;
- Reduzir os tempos das operações;
- Reduzir a taxa de defeitos, de retrabalho e sucata;
- Detetar e resolver rapidamente anomalias/problemas.

No final do trabalho pretendeu-se apurar se a Normalização dos processos conduzia a um impacto positivo na performance dos operadores, isto é, se permitia uma redução do tempo de processamento, redução de custos, aumento da qualidade e aumento da eficiência.

### **1.3. Metodologia de Investigação**

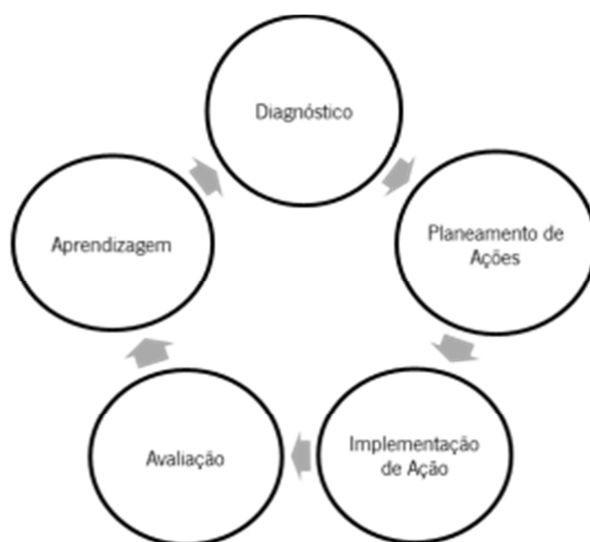
O trabalho foi realizado na empresa Swedwood Portugal e seguiu uma metodologia de Investigação-Ação. Esta metodologia tem dois objetivos, a ação e a investigação, pretendendo obter resultados nas duas vertentes e envolvendo o investigador na ação de forma a obter uma mudança numa comunidade, organização ou programa. Relativamente à investigação pretende-se aumentar a compreensão por parte do investigador, do cliente e da comunidade (Sousa & Baptista, 2011).

Para além da melhoria das práticas e da consequente aprendizagem, a principal vantagem da Investigação-Ação é que permite o envolvimento e participação de todos os implicados (Sousa & Baptista, 2011). Deste modo, o investigador deixa de ser um agente externo, passando a estar envolvido, juntamente com os principais interessados na investigação.

A Investigação-Ação possui seis características que a diferenciam de outras metodologias de investigação (Susman & Evered, 1978): é orientada ao futuro, colaborativa, implica o desenvolvimento do sistema, gera teoria fundamentada na ação, é independente e situacional.

O'Brien (1998) acrescenta ainda que, por ser desenvolvida em situações reais e envolver comunicação entre os envolvidos, o investigador deve ter em consideração os princípios éticos na condução do seu trabalho.

A Investigação-Ação desenvolve-se numa espiral de ciclos (Sousa & Baptista, 2011), ou seja, vários ciclos devem ser desenvolvidos para se obterem melhores resultados. Cada ciclo é constituído por cinco etapas, Figura 1: Diagnóstico, Planeamento de Ações, Implementação da Ação, Avaliação e Aprendizagem.



**Figura 1.** Ciclo da Investigação-Ação (adaptado de Susman & Evered (1978))

Para se atingirem os objetivos propostos, tendo em conta a metodologia de investigação seguida, foram cumpridas, para além da revisão bibliográfica e escrita da dissertação, as cinco fases da metodologia de investigação acima representadas.

Na primeira fase, **Diagnóstico**, identificou-se o problema (baixa eficiência e alta taxa de produtos não conformes) e analisou-se detalhadamente a secção de trabalho onde este problema ocorria. Nesta fase foi importante estudar o sistema produtivo, isto é, perceber os fluxos de materiais, informação e pessoas, postos de trabalho, entre outros, para perceber as possíveis causas do problema. Para além disso, foi importante definir quais as medidas de desempenho a serem analisadas e recolher os dados atuais do sistema.

De seguida, no **Planeamento de Ações**, planearam-se algumas alternativas para a resolução do problema verificado. Neste caso, procedeu-se à normalização do trabalho como possível alternativa para resolver o problema da baixa eficiência e produtos não conformes. Depois de planeadas as alternativas, seguiu-se a sua implementação, **Implementação de ações**, ou seja, implementou-se o trabalho normalizado.

Na quarta fase do modelo, surgiu a **Avaliação** dos resultados obtidos. Nesta fase, compararam-se e discutiram-se os valores das medidas de desempenho analisadas para perceber se houveram melhorias significativas.

Finalmente, na etapa de **Aprendizagem** foram obtidas as conclusões finais do projeto e as lições aprendidas, destacando ainda algum trabalho futuro a realizar num novo ciclo.

## **1.4. Estrutura da dissertação**

A dissertação está dividida e organizada em sete capítulos. O presente capítulo, onde se insere este subcapítulo, apresenta o enquadramento geral do trabalho, apresentando também os principais objetivos a serem alcançados e qual a metodologia de desenvolvimento utilizada. Para além deste, inclui também a estrutura do trabalho.

No segundo capítulo é realizada uma revisão da literatura existente relativa à filosofia de produção Lean Production, apresentando-se a sua origem, os princípios, fontes de desperdícios e quais os benefícios e barreiras à sua implementação. Para além disso são descritas algumas das ferramentas pertencentes a esta filosofia. Ainda neste capítulo, apresenta-se uma metodologia para a normalização e criação de normas, dado que este é o objetivo principal do trabalho.

No terceiro capítulo apresenta-se a empresa onde o trabalho foi desenvolvido, a Swedwood Portugal. Neste capítulo são descritos quais os valores e visão da empresa, a cadeia de valor, as medidas de desempenho. Para completar a informação relativa ao local onde foi desenvolvido o projeto apresenta-se também a fábrica, fazendo uma pequena descrição de todas as áreas produtivas.

No capítulo seguinte faz-se uma descrição e análise crítica da situação atual, ou seja, descreve-se detalhadamente toda a área de produção em estudo e em especial o processo produtivo. Neste capítulo é também possível verificar o estado da área em estudo quando comparado com o global da fábrica através da análise de um VSM e através da comparação das medidas de desempenho. Posteriormente apresentam-se alguns dos problemas identificados na área em estudo aquando do início do projeto.

No capítulo cinco são apresentadas as propostas de melhoria que visam solucionar ou minimizar os problemas detetados no capítulo anterior. O capítulo das melhorias está dividido em três subcapítulos que, embora todos referentes a sugestões apresentadas, se encontram divididos pela ordem de aplicação. De modo a garantir o objetivo geral do trabalho, a normalização, foi necessário preparar a área em estudo para o efeito, sendo assim propostas várias melhorias. Depois de garantidas as melhorias que servem de base à normalização são apresentadas as propostas de normalização do trabalho. Finalmente, depois de toda a área estar normalizada, apresentam-se algumas propostas de melhoria que apenas seriam possíveis após o longo processo de normalização efetuado previamente.

O sexto capítulo, referente à discussão e análise dos resultados, apresenta a discussão dos resultados obtidos no decorrer do processo. É realizada uma análise que permite verificar o efeito que as melhorias propostas tiveram nos indicadores de desempenho.

Finalmente no sétimo capítulo são apresentadas todas as conclusões do trabalho desenvolvido no que ao cumprimento dos objetivos diz respeito. Para além disso, são apresentadas as principais dificuldades sentidas ao longo deste projeto e faz-se uma conclusão final acerca do conceito de normalização e da filosofia onde está inserida.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

O capítulo que se segue tem como objetivo apresentar a revisão bibliográfica sobre o modelo de produção Lean Production (LP). Sobre este modelo apresenta-se a origem, os princípios, as fontes de desperdícios e as vantagens. Para além disso, abordam-se algumas das ferramentas constituintes e auxiliares para a implementação deste modelo de produção e apresentam-se também alguns casos implementação.

### **2.1. Lean Production**

Warnecke & Huser (1995) definiram Lean Production como um sistema de medidas e métodos que, quando utilizados conjuntamente, têm potencial para tornar toda a empresa competitiva. Shah & Ward (2003) apresentaram o LP como uma abordagem multidimensional que engloba várias práticas de gestão num sistema integrado. Ainda segundo os autores, a principal ideia do LP é que estas práticas trabalhadas em conjunto originam um sistema produtivo alinhado e de alta qualidade que produz ao ritmo da procura com pouco ou nenhum desperdício.

Mais tarde, Liker (2004) definiu Lean Production como uma filosofia empresarial que procura envolver todas as pessoas da organização na eliminação de desperdícios e na criação de valor, assentando numa cultura pró-ativa e de constante melhoria.

### **2.2. Origem do Lean Production**

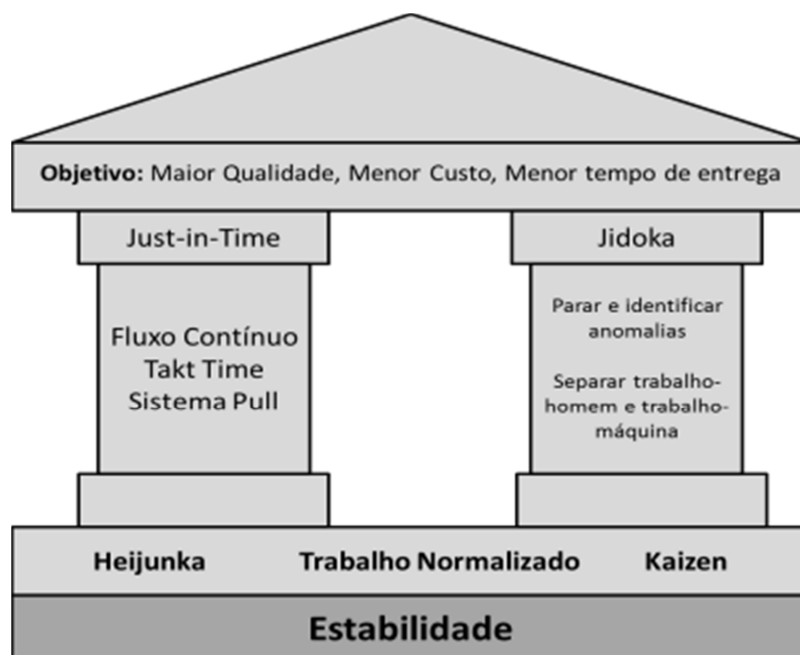
O conceito de Lean Production é originário do sistema produtivo da Toyota, o Toyota Production System (TPS). O TPS foi descrito, em inglês por Monden (1983) e por Ohno (1988a), embora fosse desenvolvido desde as décadas de 40/50.

Depois da 2ª Guerra Mundial o Japão ficou devastado, com escassos recursos humanos e financeiros. Nesta altura, as indústrias japonesas perceberam que não podiam competir com as indústrias ocidentais, nomeadamente a indústria americana pelos baixos preços praticados devido à produção em massa, fortemente implementada desde a era de Henry Ford. Perante estas adversidades, houve a necessidade de desenvolver um sistema produtivo que utilizasse menos recursos (devido à sua escassez) e que fosse mais flexível, uma vez que a procura era variada e reduzida. Deste modo, surge na Toyota, o Toyota Production System, sistema produtivo orientado ao processo que visa eliminar os desperdícios e minimizar as atividades que não acrescentem valor ao produto.

Em 1990, Womack, Jones & Roos sintetizaram na sua obra *The Machine That Changed the World* os principais princípios do Toyota Production System, criando a filosofia de produção “Lean Production” (Li, 2007). Os autores definiram Lean Production como um sistema produtivo de alta eficiência que utiliza menos recursos para produzir a mesma quantidade, ou ainda mais, de produtos com qualidade e preços competitivos. Por este motivo, uma das frases que caracteriza o LP é “**fazer mais com menos**” (Doing more with less).

Segundo Ziskovsky & Ziskovsky (2007), para além de baseado no TPS, o LP está também sustentado em conceitos que foram desenvolvidos ao longo da história como: o **método socrático** de Sócrates, o conceito do desenvolvimento de hipóteses e análise de dados baseados no **método científico**, o **conceito de Henry Ford** acerca do desenvolvimento das capacidades das pessoas melhorarem as tarefas que desempenham e também no **conceito de Deming** em criar organizações de classe mundial através de melhoria continua

Baseado nos processos produtivos desenvolvidos pela Toyota no TPS, também os conceitos utilizados no LP podem ser representados num gráfico conhecido como a “casa Lean”, Figura 2.



**Figura 2.** Casa Lean (Marchwinski, Shook & Schroeder, 2008)

A “casa Lean” é um símbolo do LP que pretende ilustrar a coerência e a harmonia com que os conceitos chave (*Just-in-Time*, *Jidoka*, *Heijunka*, *Standardized Work* e *Kaizen*) se relacionam de modo a atingir o objetivo de aumentar a qualidade, baixar o custo e diminuir os tempos de entrega.

## 2.3. Princípios do Lean Production

Lean Production, como anteriormente foi descrito, procura eliminar atividades que não acrescentam valor ao produto. De modo a atingir este objetivo, Womack & Jones (1996) definiram cinco princípios básicos sobre os quais a filosofia Lean é sustentada, Figura 3: identificação do valor, identificação da cadeia do valor, produzir com base na produção puxada (*pull*), criar um fluxo de valor contínuo e procurar a perfeição.



**Figura 3.** Princípios Lean

**Valor:** Definir valor na perspetiva do cliente final. Segundo Womack & Jones (1996) é a capacidade de fornecer o cliente no tempo certo e com o preço justo;

**Cadeia de Valor:** Identificar todas as atividades da cadeia de valor, desde o fornecedor ao cliente, eliminando aquelas que não acrescentam valor ao produto/serviço. As atividades da cadeia de valor podem ser de valor acrescentado, podem ser atividades que não acrescentem valor mas são estritamente necessárias ou atividades que não acrescentam valor e que, por isso, devem ser eliminadas;

**Fluxo:** Criar condições para o valor fluir em toda a cadeia de valor, ou seja, que o produto ou serviço percorra toda a cadeia até ao cliente sem qualquer interrupção ou espera;

**Produção Puxada:** o processo produtivo inicia apenas quando o processo seguinte o requer. Assim, é o cliente que puxa para si o produto/serviço (valor).

**Perfeição:** Com o valor especificado, a cadeia de valor identificada com os desperdícios eliminados, com o fluxo contínuo e com a produção puxada, começar todo o processo novamente até que o estado da perfeição seja alcançado, ou seja, até que o valor seja criado sem desperdício.



## 2.4. Fontes de desperdício (7+7)

Os desperdícios ocorrem nas atividades executadas ao longo do processo produtivo, sendo que absorvem recursos mas não acrescentam valor ao produto. É, por isso, importante perceber que tipo de atividades ocorrem numa organização para ser mais fácil localizar e eliminar os desperdícios. Sahoo et al. (2008) distinguem três tipos de atividades:

- **Valor acrescentado:** são atividades para a transformação das matérias-primas em produtos cujo cliente reconhece como indispensáveis e que, por isso, está disposto a pagá-las;
- **Sem valor acrescentado:** são atividades que não acrescentam valor ao produto e que, por isso, o cliente não está disposto a pagá-las;
- **Sem valor acrescentado, mas necessárias:** são atividades que embora não acrescentem valor ao produto na ótica do cliente, são necessárias devido às condições de processamento atuais.

Conhecendo o tipo de atividades da cadeia de valor é possível identificar os diversos desperdícios que são originados em cada uma das atividades. Ohno (1988b) e Shingo (1989) definiram e caracterizaram sete tipos de desperdícios, conhecidos como os desperdícios do TPS, Figura 4.



**Figura 4.** Representação dos sete desperdícios (Swedwood, 2012)

**Sobreprodução:** É o pior dos desperdícios segundo Ohno, pois é a causa de vários problemas (Bicheno, 2000). Significa produzir mais do que é necessário, ou seja, produzir o que não é necessário, quando não é necessário e em quantidades desnecessárias (Pinto, 2009).

**Espera:** Ocorre quando o tempo não é usado eficazmente (Bicheno, 2000). Situações onde os produtos estão parados (sem acréscimo de valor) ou situações em que pessoas ou equipamentos esperam pelo trabalho são exemplos deste tipo de desperdício.

**Transporte:** Qualquer movimentação de um material ou produto dentro da organização que não lhe acrescente qualquer valor é considerado transporte e os clientes não pagam por isso. Portanto, qualquer transporte é um desperdício. Segundo Bicheno (2000), este tipo de desperdício não pode ser totalmente eliminado mas pode, ao longo do tempo, ser continuamente reduzido.

**Processamento incorreto:** É considerado um defeito quando o processamento é realizado de uma forma ineficiente, normalmente com a realização de operações que não são necessárias. Segundo Pinto (2009) todos os processos geram perdas, sendo que estas devem ser eliminadas ao máximo. A normalização do trabalho, formação e a automatização auxiliam na eliminação deste desperdício.

**Inventário:** É, segundo Bicheno (2000), o inimigo da qualidade e produtividade. Excesso de inventário representa a aglomeração de produtos ou matérias-primas ao longo do processo produtivo. Traduz-se num aumento de outros desperdícios como defeitos e transporte e, para além disso, podem esconder outros problemas, como por exemplo, problemas de qualidade que não são resolvidos rapidamente devido à existência de produtos acabados que os possam substituir.

**Movimentações:** Este desperdício refere-se a movimentações ou deslocações por parte dos operadores ou equipamentos que não resultam aumento de valor para o produto, daí se considerarem desnecessárias. Este tipo de desperdício é mais associado a movimentações para recolha de ferramentas ou materiais. Mas, segundo Bicheno (2000), uma das principais causas deste desperdício é a falta de pouca ergonomia do posto de trabalho, obrigando o operador a procurar novas posições de conforto. Segundo o autor, este factor afeta diretamente a qualidade e produtividade.

**Defeitos:** Desperdício associado a custos de produção, devido aos recursos, quer materiais, quer humanos que foram despendidos com produtos de má qualidade. Traduz-se na produção de produtos que têm de ser reparados ou, em ultimo caso, sucataados.

Mais tarde, outros autores acrescentaram novos desperdícios a esta lista. Brunt & Butterworth (2001) definiram como novos desperdícios: desperdício de potência e energia; desperdício do potencial humano; poluição ambiental; sistemas de fabrico inapropriados; informação inapropriada e sobrecarga desnecessária. Bicheno (2000), para além dos desperdícios mencionados anteriormente acrescenta outros desperdícios como o desperdício de materiais; desperdício nos serviços e escritórios; desperdício do tempo do cliente e desperdício de perda de clientes existentes.

## **2.5. Metodologias, Ferramentas e Técnicas Lean**

As metodologias e ferramentas Lean garantem a implementação e, principalmente, a manutenção da filosofia Lean Production. A sua aplicação permite a eliminação dos desperdícios definidos no capítulo anterior.

Segundo Ohno (1988b), que identificou os sete tipos de desperdícios, todas as ferramentas e técnicas Lean são importantes para a sua eliminação, desde que sejam corretamente aplicadas.

Mais tarde, vários autores foram definindo algumas ferramentas como fundamentais, surgindo assim algumas metodologias para a implementação do Lean Production que fornecem um caminho e apontam ferramentas a utilizar para implementar este modelo de produção.

Maia, Alves, & Leão (2011) fizeram uma revisão bibliográfica sobre metodologias para implementar Lean Production e destacaram três: a metodologia desenvolvida por Monden (1998), constituída por quatro etapas; a metodologia de Hoshin-Kanri citada em Yang & Su (2006), baseada no ciclo Plan-Do-Check-Act (PDCA); e a metodologia de Goforth (2007) constituída por seis ferramentas Lean.

Para além das metodologias referidas, existem outras metodologias propostas por outros autores. Groesbeck (2005) citado em Rivera & Chen (2007) apresenta uma metodologia baseada em quatro etapas e Anand & Kodali (2010) apresenta uma metodologia constituída por 10 níveis.

Outros autores como Melton (2005) e Abdulmalek & Rajgopal (2007) referiram a utilização de algumas ferramentas fundamentais para o sucesso da implementação do Lean Production, como o VSM, Gestão Visual, 5S's, SMED, TPM e *Kanban*. Só Abdulmalek & Rajgopal (2007) refere que a utilização destas ferramentas deve começar pelo VSM de modo a identificar

previamente toda a cadeia de valor. Para as restantes ferramentas, nenhum dos autores sugere uma ordem de aplicação.

Pela análise das metodologias descritas anteriormente é possível perceber que, apesar de já existir algum trabalho feito, ainda não há consenso sobre a melhor metodologia para a implementação do Lean Production. Segundo Maia, Alves, & Leão (2011), “uma metodologia para implementar LP deve ter como meta a eliminação de desperdícios, a melhoria dos processos, a melhoria do desempenho da empresa e como não podia deixar de ser, o centro de tudo isto, entregar valor aos clientes, diminuindo o espaço temporal entre o pedido do cliente e a sua entrega”.

Conclui-se assim que a implementação do Lean Production depende de vários fatores, independentes das ferramentas utilizadas, de entre os quais se destaca o setor de atuação da organização e, sobretudo, a escolha da equipa responsável pela sua implementação.

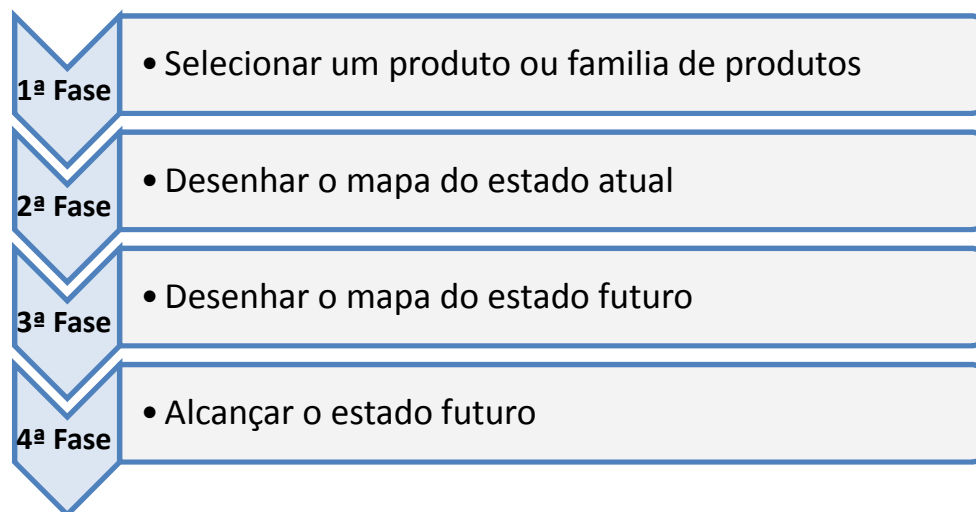
De seguida são descritas algumas ferramentas e técnicas Lean que foram utilizadas no desenvolvimento do presente trabalho.

### 2.5.1. Value Stream Mapping – VSM

O Value Stream Mapping (VSM) é uma ferramenta originária da indústria automóvel e que foi, posteriormente, desenvolvida por Rother & Shook (2003). De acordo com os autores, o Value Stream Mapping é uma ferramenta de “lápiz e papel” que permite identificar e compreender todas as ações/etapas que decorrem ao longo da cadeia de valor, desde a receção de matérias-primas até à entrega do produto final ao cliente (ferramenta representativa dos fluxos de materiais e de informações) (Rother & Shook, 2003). Esta representação, na forma de mapa, engloba todas as atividades que acrescentam valor ao produto, assim como as que não acrescentam, permitindo observar os processos como um todo (Lee & Snyder, 2006).

Os principais objetivos do VSM são a **criação de valor** (com o mínimo de recursos possíveis), a **redução de desperdícios** (mudas), a **visualização objetiva** (mas simples!) de um processo e considerar as **necessidades dos clientes**. Para que os objetivos sejam alcançados, a utilização desta ferramenta requer a representação do estado atual do sistema, assim como uma representação do estado futuro. O processo de transição do estado presente para o futuro permite a concretização dos objetivos enumerados.

A aplicação da ferramenta VSM pode ser realizada em quatro fases distintas, Figura 5:



**Figura 5.** Fases de implementação do Value Stream Mapping (VSM)

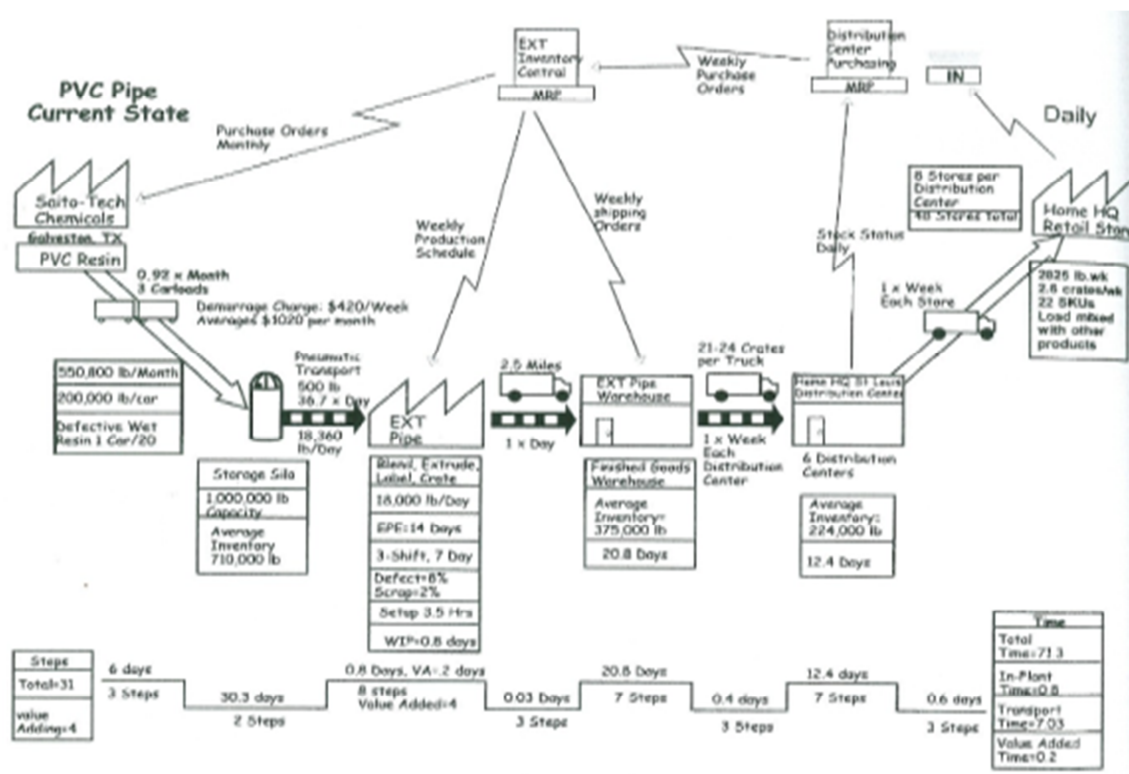
**1ª Fase:** A escolha do produto ou família de produtos a ser utilizada para a criação da cadeia de valor é um passo importante na implementação do VSM, uma vez que é praticamente impossível considerar todos os produtos na mesma cadeia de valor. Por este motivo, a escolha deve incidir sobre o produto ou família de produtos que maior importância tem na perspetiva do cliente (Rother & Shook, 2003). Esta escolha pode ser realizada através de uma matriz de operações, onde os produtos estão no eixo vertical e as operações no eixo horizontal. Os produtos que partilham as mesmas operações de processo são considerados da mesma família de produtos. Outro método de identificação de famílias de produtos que pode ser utilizado é a curva ABC (também conhecida como a curva 80-20). A análise desta curva permite perceber qual ou quais os produtos que merecem maior atenção por parte da administração.

**2ª Fase:** Consiste na recolha de informações que permitam o desenho do estado atual do sistema. As informações que devem ser recolhidas são:

- **Tempo de Ciclo (Cycle Time):** Tempo necessário para que um produto seja produzido, ou seja, é o intervalo de tempo entre a saída de um produto e a saída do próximo produto;
- **Tempo de Troca de Ferramentas (Changeover Time):** Tempo despendido na troca de ferramentas para a produção de um novo produto. Por definição é o tempo que ocorre entre a saída do último produto de uma referência até à saída do primeiro produto de uma nova referência;
- **Número de Operadores;**
- **Número de turnos de trabalho;**
- **Inventário entre processos:** Quantidade de produtos que fica em espera entre processos;

- **Tamanho dos lotes de produção;**
- **Disponibilidade:** Tempo efetivo de trabalho (subtraindo os tempos de paragem e de manutenção de equipamentos);
- **Lead Time:** Tempo gasto por um produto para atravessar todo o sistema produtivo;

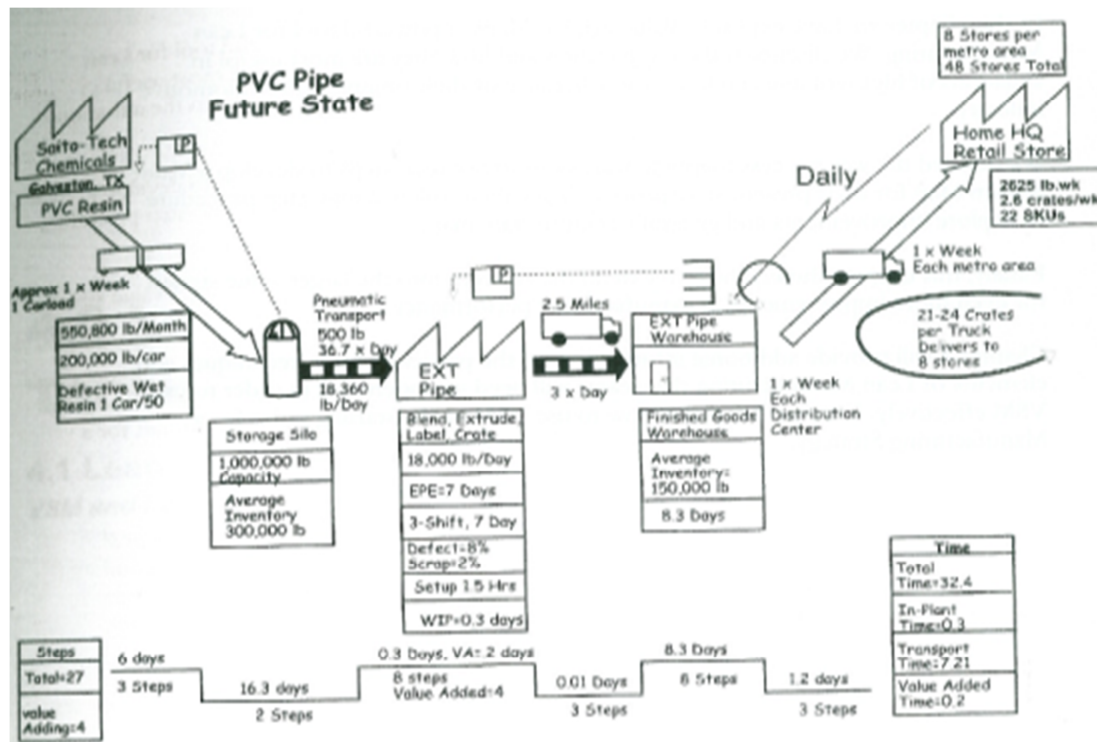
Depois de recolhidas todas as informações necessárias e recorrendo a símbolos *standard* (Anexo 1) desenha-se o estado atual do sistema. O resultado desta fase é um mapa como o da Figura 6.



**Figura 6.** VSM representando o estado atual de um sistema (Lee & Snyder, 2006)

**3ª Fase:** Depois de uma análise crítica à cadeia de valor do estado atual do sistema é possível elaborar um novo mapa referente à cadeia de valor do estado futuro do sistema. Este estado futuro do sistema corresponde, portanto, a uma melhoria do estado atual, através da otimização dos fluxos de informação e materiais e também de uma otimização dos processos pela redução dos desperdícios (Lee & Snyder, 2006).

Na Figura 7 é possível observar um mapa relativo ao estado futuro do sistema, onde é possível observar a redução do Lead Time através da redução das atividades que não acrescentam valor e melhoria daquelas que acrescentam.



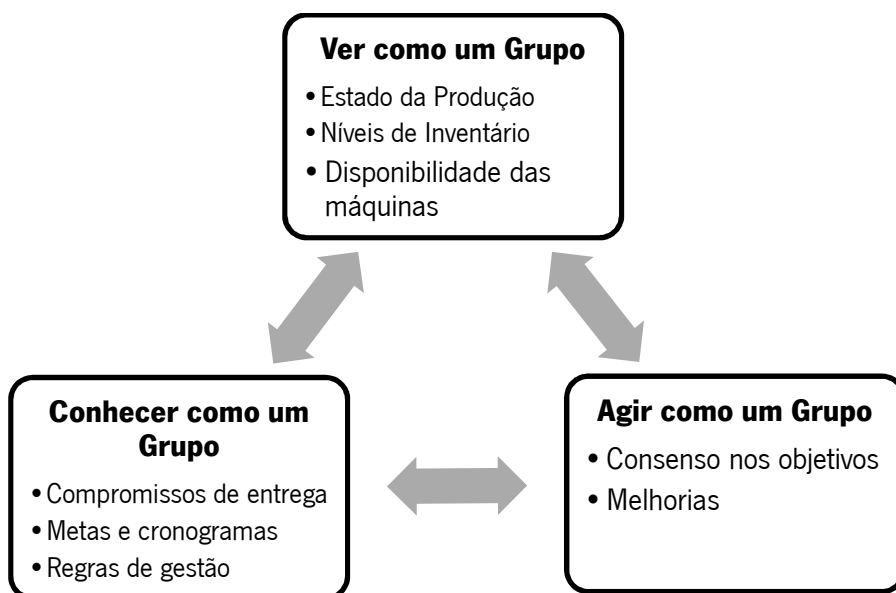
**Figura 7.** VSM representando o estado futuro de um sistema (Lee & Snyder, 2006)

**4ª Fase:** A última fase de implementação do VSM consiste na criação de um plano de ações que permita alcançar o estado futuro do sistema definido na fase anterior. As ações a serem tomadas têm, tal como referido anteriormente, como objetivo a redução dos desperdícios. Por este motivo, este plano de ações recorre a diversas ferramentas *Lean*.

### 2.5.2. Gestão Visual

A Gestão Visual ou Controlo Visual é um processo para apoiar o aumento de eficiência e eficácia das operações, tornando as coisas visíveis, lógicas e intuitivas (Pinto, 2009). Para Feld (2001) a Gestão Visual representa o conceito de sinalização, ou seja, tudo está exibido, sinalizado, documentado para que qualquer pessoa possa caminhar pela fábrica e, em pouco tempo, conhecer o estado da produção, qual o fluxo de materiais, qual é o próximo trabalho a sair e se alguma coisa está fora do normal.

De acordo com Greif (1991), o objetivo da Gestão Visual é criar um ambiente de trabalho que se auto explica, ordena e melhora. Este autor apresenta a ideia de Gestão Visual como um triângulo onde foca a importância do grupo de trabalho, isto é, fundamenta que é necessário ver, conhecer e agir como um grupo, Figura 8. Deste modo, os colaboradores percebem imediatamente quando não cumprem as normas/padrões especificados, podendo tomar ações corretivas.



**Figura 8.** Triângulo da Gestão Visual (adaptado de Greif (1991))

Na prática a Gestão Visual aparece de diversas formas no *shopfloor* de uma organização. Os cartões *Kanban*, as caixas *Heijunka*, as sombras das ferramentas num quadro, a marcação no chão, luzes semáforo, quadros *Andon* e quadros de comunicação são os exemplos mais frequentes da aplicação da Gestão Visual.

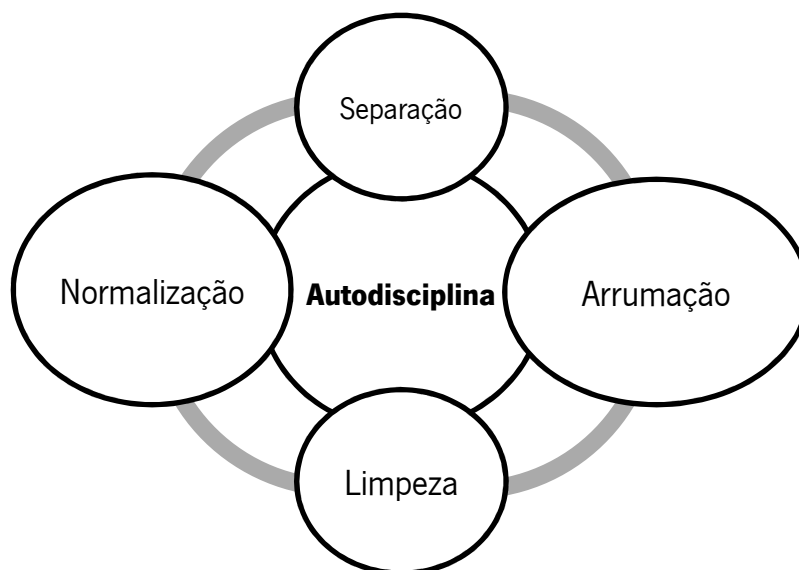
Um componente fundamental da Gestão Visual é o programa 5S (Greif, 1991; Pinto, 2009), que é abordado na secção seguinte.

### 2.5.3. Programa 5S

O programa 5S é uma metodologia que permite a redução dos desperdícios e um melhor desempenho das pessoas e processos através da manutenção das condições ótimas dos locais de trabalho, ou seja, mantendo-os limpos, arrumados e organizados (Pinto, 2009). Hirano (1995) defende que esta metodologia é um pilar do Just-in-Time (JIT). Feld (2001) defende também que uma má limpeza e organização dos postos de trabalho provocam entre 25 a 30% de defeitos. Mais recentemente, Abdulmalek & Rajgopal (2007) argumentam que a separação, limpeza e organização dos postos de trabalho de uma forma sistematizada contribuem para melhorar a produtividade e qualidade.



A denominação “5S” deriva do nome, em Japonês, dos cinco pilares, Figura 9, que sustentam esta metodologia: *Seiri* (Separar), *Seiton* (Organizar), *Seiso* (Limpar), *Seiketsu* (Normalizar) e *Shitsuke* (Autodisciplina).



**Figura 9.** Modelo dos 5S (adaptado de Hirano (1995))

**1º S – Senso da Separação/Triagem (Seiri)**

Separar os objetos que são necessários à produção daqueles que não o são, ou seja, manter no local de trabalho “apenas o que é necessário, na quantidade necessária e apenas quando é necessário” (The Productivity Press Development Team, 1996a). Este processo conduz a uma diminuição dos obstáculos à produtividade do trabalho.

**2º S – Senso da Arrumação (Seiton)**

Organização do posto de trabalho. Consiste na organização de ferramentas e equipamentos numa ordem que permita um fluxo de trabalho eficaz. Para isso, os equipamentos devem estar marcados e identificados para uma fácil visualização. Nesta fase, é importante que a organização e disposição das ferramentas permitam uma eliminação dos movimentos desnecessários.

**3º S – Senso da Limpeza (Seiso)**

Necessidade de manter o local de trabalho o mais limpo possível, garantindo que no final da produção tudo é colocado no local pré-definido. Este senso pretende estimular que a limpeza deve ser uma rotina diária e não uma tarefa ocasional quando os objetos estão desorganizados.

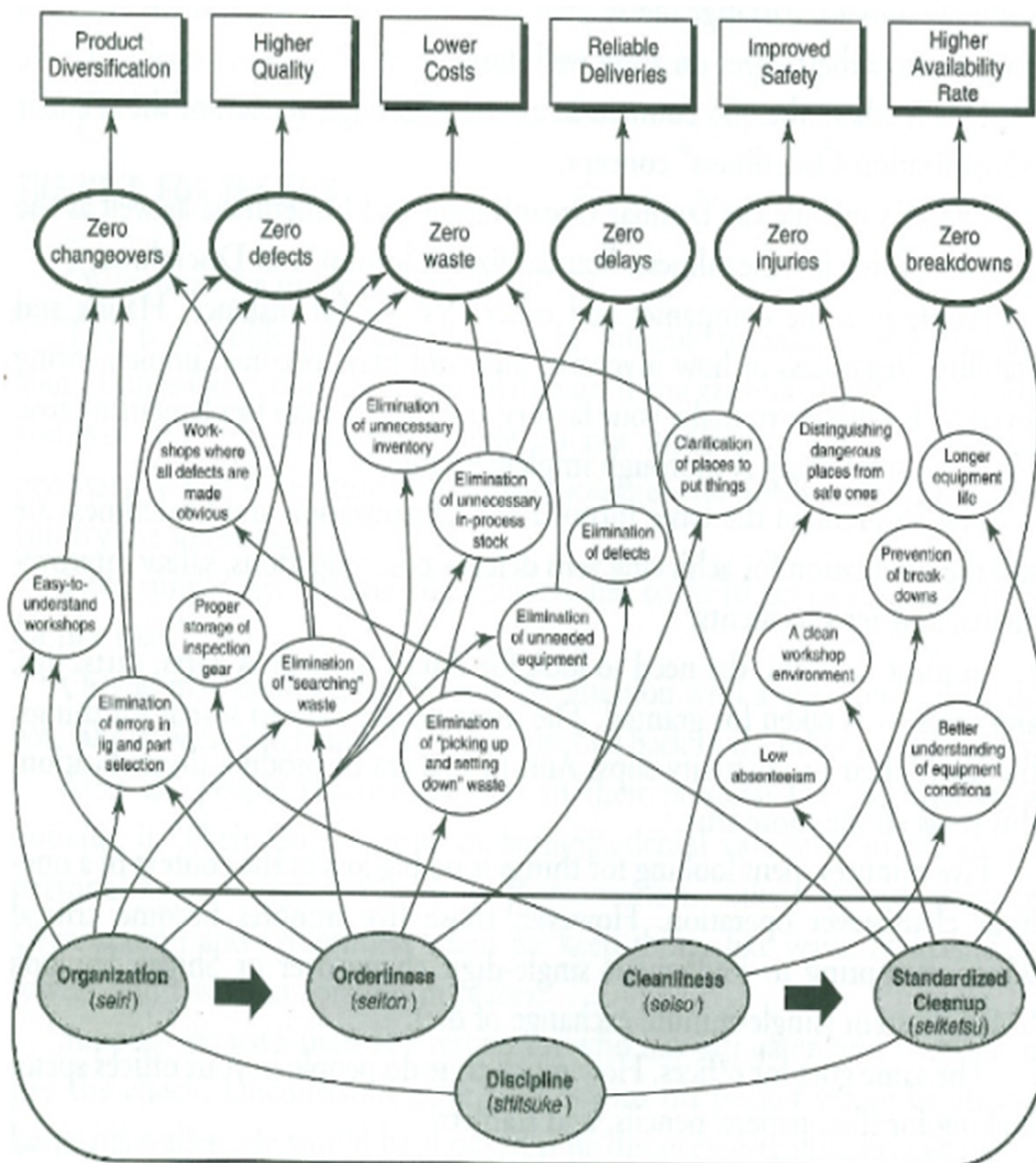
**4º S – Senso da Normalização** (Seiketsu)

Normalização das práticas de trabalho através da criação de regras, procedimentos e planos de ação que permitam sustentar os 3 S's anteriores. Por este motivo, esta etapa é fundamental para o sucesso da aplicação da metodologia.

**5º S – Senso da Autodisciplina** (Shitsuke)

Senso da manutenção dos 4S's implementados. Este último senso pretende a criação de hábitos que permitam manter e controlar todos os sentidos anteriores. Nesta fase, não interessa o quão bem estão implementados os outros sentidos, mas sim os compromissos criados para manter o que foi alcançado (The Productivity Press Development Team, 1996a). A aplicação da metodologia 5S's, segundo Courtois, Pillet & Martin-Bonnefous (2003), compreende duas etapas distintas: a primeira consiste na **elevação ao nível adequado** que inclui a aplicação dos S's Separar, Organizar e Limpar e a segunda consiste na **manutenção do nível atingido** que inclui a aplicação dos S's Normalizar e Autodisciplina.

A aplicação dos 5S's permite, segundo Hirano (1995) reduzir o tempo de setup (possibilita a diversificação de produtos), reduzir os defeitos (aumenta a qualidade), reduzir o desperdício (diminuir os custos), reduzir os atrasos (entregas confiáveis), reduzir os acidentes (melhoria da segurança) e reduzir o número de avarias (aumenta as taxas de disponibilidade). Estes benefícios podem ser observados na Figura 10.



**Figura 10-** Benefícios dos 5S (Hirano, 1995)

#### 2.5.4. Poka-Yoke

Shingo (1986) desenvolveu e classificou o conceito de sistemas Poka-Yoke (sistemas “Anti Erro” em Português ou sistemas “Mistake-Proofing” em Inglês). Este sistema consiste na utilização de dispositivos, de custo quase sempre insignificante, que previnem os defeitos.

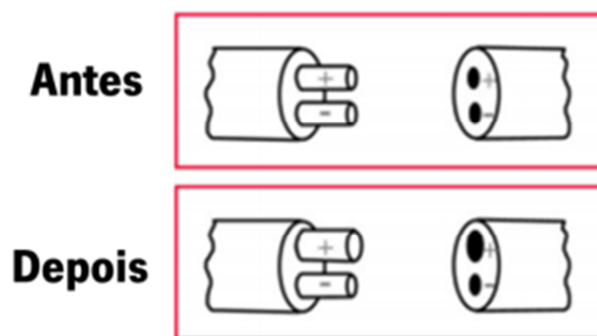
Para Shingo (1986), os erros são inevitáveis mas os defeitos, erros que chegam ao cliente, podem ser evitados. Por este motivo, o objetivo do conceito Poka-Yoke é a criação de dispositivos que previnam que os erros se tornem defeitos (Bicheno, 2000).

O princípio Poka-Yoke engloba, métodos de prevenção de defeitos e métodos de deteção de defeitos. Os métodos de prevenção podem ser divididos em três categorias e Shingo (1986) descreve-as em:

- **Controlo** – ações que autocorrigem o problema;
- **Paragem** – Na presença de um erro, o sistema desliga-se;
- **Fatores Humanos** – Processos que evitam a ocorrência de erros recorrendo a cores, formas símbolos, sons, tamanhos, entre outros.

Relativamente aos métodos de deteção de defeitos, estes apenas detectam o problema enviando um sinal (sonoro ou luminoso) ao operador para que este o corrija.

A Figura 11 mostra um exemplo da aplicação do conceito Poka-Yoke no *design* de um produto, cujo resultado final evita a ocorrência de erros.



**Figura 11.** Aplicação do conceito de Poka-Yoke ao *design* de um produto (adaptado de Villiers (2008))

### 2.5.5. Single Minute Exchange of Die

Single Minute Exchange of Die (SMED) ou Quick Changeover of Tools, desenvolvida por Shingo entre as décadas de 60 e 70, é uma técnica que permite a troca rápida de ferramentas (em inglês, setup). O tempo de setup é, segundo Cakmakci (2009), o intervalo de tempo entre a produção do último artigo de uma referência até à produção de um artigo conforme de uma nova referência.

O SMED foi uma técnica desenvolvida devido à necessidade de reduzir o tempo de inatividade das máquinas quando se procedia à troca de ferramentas. Estes tempos de inatividade originavam custos muito elevados e a melhor forma de serem reduzidos era, de acordo com Holweg (2007), através da produção de grandes lotes de modo a reduzir o número de troca de ferramentas (setups). Assim, o tempo de inatividade por cada unidade produzida era camuflado.

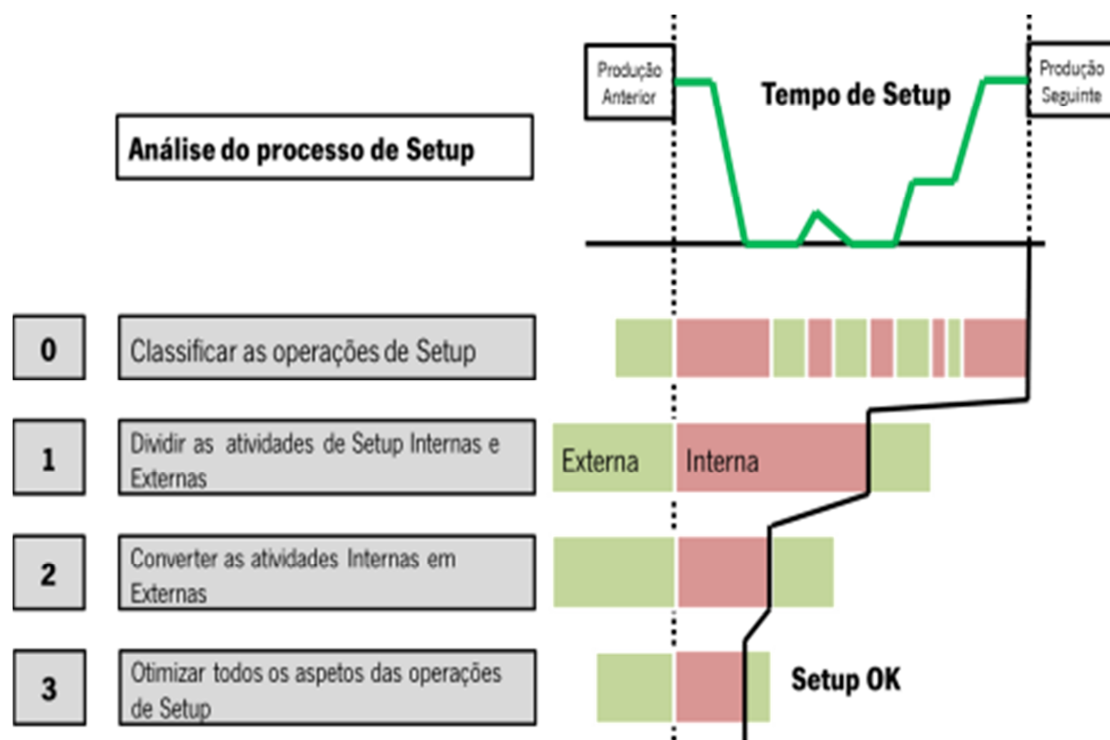
O aparecimento da técnica SMED revolucionou o modo como os setups eram considerados (tempo inativo das máquinas) dado que permitiu uma drástica redução do tempo de troca. O conceito desta técnica pretende que a troca de ferramentas ocorra em menos de 10 minutos, daí a designação de “Single Minute”.

Das muitas vantagens que esta técnica apresenta destacam-se, a capacidade de resposta às oscilações verificadas na procura, uma vez que proporciona menores tempos de processamento (*lead time*), diminuindo aos prazos de entrega, a redução dos níveis de *Stock*, uma maior flexibilidade de produção, o aumento da eficiência, uma maior qualidade, a redução de custos, entre outras (Shingo, 1985; Van Goubergen & Van Landedhem, 2002; Womack & Jones, 1998; The Productivity Press Development Team, 1996b).

A aplicação desta técnica compreende quatro etapas (Shingo, 1985):

- Etapa 0 - consiste na **classificação das operações de setup** em operações internas e externas. As operações de setup interno são aquelas que se realizam com as máquinas paradas, enquanto as externas podem ser realizadas com a máquina em funcionamento.
- Etapa 1 - consiste na **divisão das atividades internas e externas**. Esta etapa, segundo Moreira & Paes (2010) é crítica para o sucesso da aplicação da técnica, uma vez que a divisão das atividades permite poupar entre 30 a 50% do tempo gasto em *Setup*.
- Etapa 2 - consiste na **conversão das operações de setup interno em operações de setup externo**, de modo a conseguir executar o máximo de operações de setup com a máquina em funcionamento.
- Etapa 3 - consiste em **otimizar todos os aspetos das operações de setup** na procura de uma melhoria contínua, com o objetivo de tornar o setup cada vez mais rápido.

A Figura 12 mostra como o tempo de setup é reduzido ao longo das etapas de aplicação da técnica.



**Figura 12.** Etapas SMED (adaptado de Shingo (1985))

### 2.5.6. Trabalho Normalizado

O Trabalho Normalizado (Standard Work) pode ser definido como o procedimento, atualmente conhecido, mais seguro, mais fácil e mais eficaz de se executar um trabalho. Para Coimbra (2009), Normalização do Trabalho significa atingir um estado de fluidez nos movimentos dos operadores que permita a execução do trabalho no menor tempo possível e com uma qualidade perfeita.

O principal objetivo da Normalização do Trabalho é fornecer bases para melhorar as tarefas efetuadas. Segundo Dennis (2007), o objetivo do trabalho normalizado deve ser a otimização da utilização das pessoas em vez das máquinas, uma vez que a flexibilidade das pessoas traz mais benefícios que a utilização das máquinas.

O Trabalho Normalizado é uma ferramenta que gera várias vantagens, não só para a empresa, como também para os operadores (The Productivity Press Development Team, 2002). Para a empresa, as principais vantagens são: a redução da variabilidade, do desperdício e de custos, e um aumento da qualidade. Para o operador, destaca-se a facilidade de aprender novas operações, a facilidade de se tornar mais polivalente e, principalmente, a facilidade de ver os problemas e contribuir com ideias de melhoria.

Contudo, a aplicação desta ferramenta não faz sentido se o processo é instável (Dennis, 2007). Segundo o autor, algumas das causas que provocam instabilidade no processo são: problemas de qualidade, problemas com máquinas e ferramentas e problemas de segurança. Por este motivo Dennis (2007) e The Productivity Press Development Team (2002) definem alguns pré-requisitos para a aplicação da ferramenta Trabalho Normalizado. Esses pré-requisitos são, na generalidade, algumas ferramentas Lean que devem ser previamente utilizadas para garantir a estabilização do processo como: 5S's, TPM, Jidoka, SMED, Poka-Yoke, entre outras.

Devido à necessidade de o processo ter que estar estabilizado para o sucesso do trabalho normalizado, a The Productivity Press Development Team (2002) distingue a Normalização do Trabalho como o culminar do Lean Production, isto é, como a última etapa da sua implementação.

Assim, com a Normalização do Trabalho, a produção torna-se uma rotina, estando todas as tarefas muito bem definidas (Ungan, 2006b). Por sua vez, a consistência atingida leva a um aumento da eficiência, medida de desempenho que é um dos objetivos principais das organizações (Holweg, 2007). Existem estudos onde está confirmada uma melhoria da eficiência das operações após normalização das mesmas (Swaminathan, 2001). Outros estudos confirmam que a Normalização do Trabalho oferece inúmeras vantagens, incluindo controlo e transparência ao processo (Wuellenweber, et al., 2008), sendo, por isso, considerada uma ferramenta rentável (Ramakumar & Cooper, 2004).

Depois de aplicado o Trabalho Normalizado, isto é, normalizadas todas as operações, ou parte delas, é possível controlar melhor o processo produtivo, assegurar a sua qualidade, alcançar e manter eficiências altas e criar um bom ambiente de trabalho.

O trabalho normalizado é constituído por três elementos (Monden, 1983):

**Tempo de Ciclo Normalizado:** Indica o tempo de produção de um produto, sendo a sua procura definida pelo mercado. É medido como o tempo entre a finalização da produção de uma peça e a finalização da produção da peça seguinte (Monden, 1983). O cumprimento de tempo de Ciclo é fundamental, uma vez que produzir mais rápido que o necessário origina excesso de inventário. Por outro lado, uma produção mais lenta atrasa os processos seguintes, podendo não satisfazer atempadamente a procura;

**Sequência de trabalho normalizada:** Indica a melhor ordem pela qual os elementos de um trabalho devem ser realizados. O cumprimento da sequência de trabalho por parte dos operadores diminui as variações do Tempo de Ciclo;

**Inventário do WIP normalizado:** quantidade mínima de inventário necessária para o operador executar o trabalho sem interrupções no fluxo de produção;

Segundo Spear & Bowen (1999), existem quatro regras fundamentais para a normalização do trabalho:

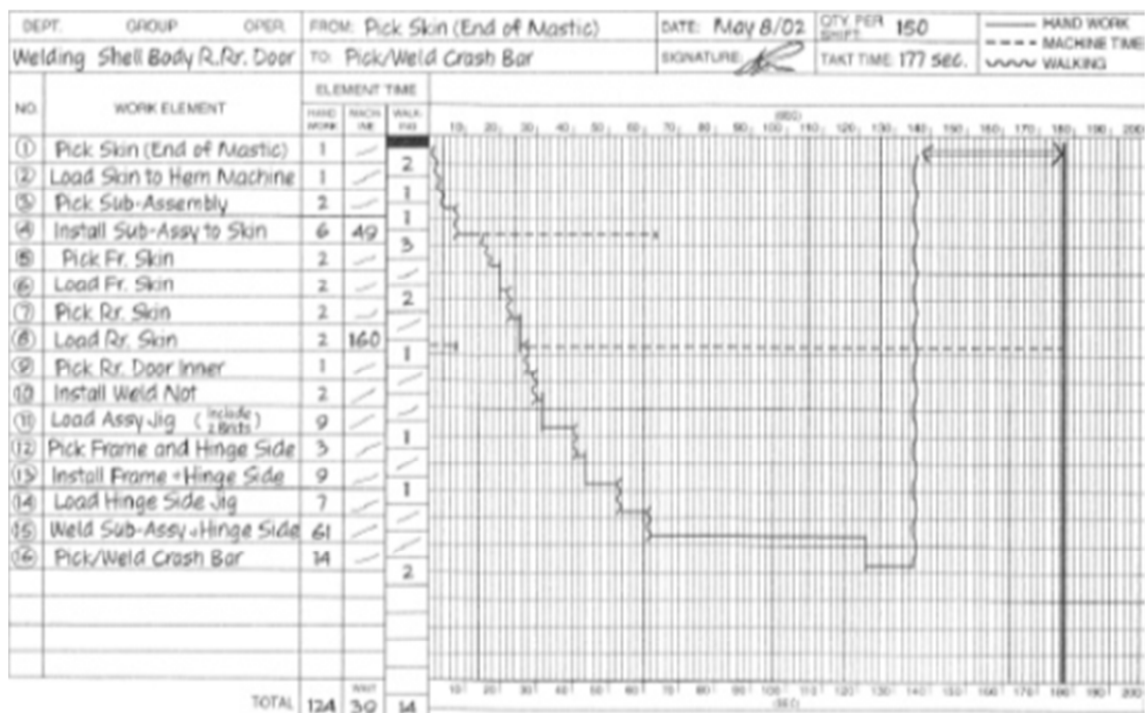
- (1)** Todo o trabalho deve ser analisado com detalhe;
- (2)** A ligação entre cliente e fornecedor deve ser direta e clara;
- (3)** O transporte dos produtos para os postos de trabalho deve ser simples e direto;
- (4)** Todas as melhorias devem ser realizadas seguindo o método científico e sob a orientação de uma pessoa especializada, nos níveis hierárquicos mais baixos.

Mais tarde, Liker (2004) argumenta que o sucesso da normalização do trabalho está no equilíbrio entre a rigidez dos processos que se dá aos colaboradores e a liberdade que estes podem ter para melhorar e inovar o processo. Assim, o autor apresenta dois princípios para a normalização do trabalho: **(1)** os padrões de trabalho devem ser claros e específicos; **(2)** as melhorias devem ser realizadas pelos operadores, dado que são eles que possuem todo o conhecimento sobre as atividades produtivas e a sua execução.

De modo a analisar e definir o processo, assim como para identificar pontos de melhoria, Dennis (2007) propõe a utilização dos seguintes gráficos: *Standardized work combination table* e *Standardized work analyses chart*.

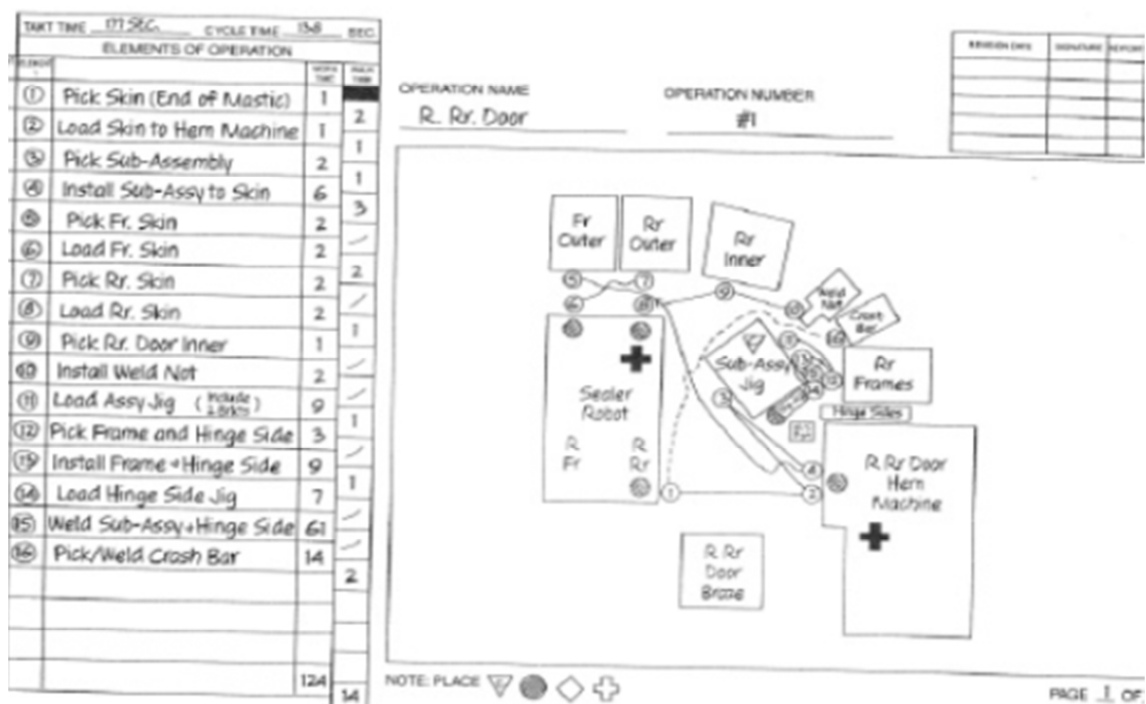
Segundo o autor, o primeiro torna a melhoria continua (*Kaizen*) mais simples, pois relaciona os movimentos do operador com o tempo da máquina. Este gráfico é constituído por elementos do trabalho e respetiva sequência, tempo por elemento do trabalho, tempo-operador e tempo-máquina e interação entre o operador e a máquina. A sua representação encontra-se na Figura 13.





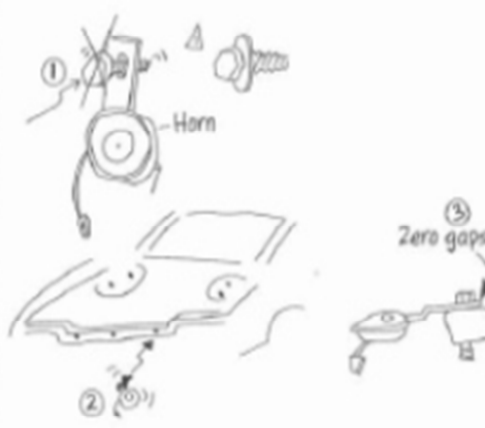
**Figura 13.** Standardized Work Combination Table (Dennis, 2007)

Quanto ao *Standardized work analyses chart*, Figura 14, este, segundo Dennis (2007) ajuda a racionalizar o espaço de trabalho e a treinar os operadores. Este gráfico é constituído pela representação do espaço de trabalho (*layout*), pelos passos de trabalho e respetivos tempos, pelo inventário em processo (WIP em processo) e alertas de qualidade e segurança.



**Figura 14.** Standardized Work Analyses Chart (Dennis, 2007)

Quando os processos são mais complexos é normal dividi-los em processos mais simples. Para isso utilizam-se o Job Element Sheets, Figura 15, que representam um grupo de ações constituintes de um processo mais complexo.

Model:		Date Created:			
Element:	Horn Install	T Y P E	Critical		
			Option		
			Functional		
			Appearance		
Procedure (How to Do)	Key Points/Reason Why	Ergo.	Created By:		
1 Pick horn and gun.  2 Align bolt through horn bracket (as per diagram ①).  3 Align bolt into rod support (as per diagram ②) and tighten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keep 20-25 bolts in tool punch.</li> <li>• First hole from right fender.</li> <li>• Torque target 12 Nm (minimum 10 Nm maximum 15 Nm)</li> <li>• Loose or cross thread condition not allowed (see diagram ③)</li> </ul>				
Revisions	Initials	Burden			
		Time			
		Safety Key Points			
		I wear your PPE - cotton gloves, safety glasses, safety shoes			

**Figura 15.** Job Element Sheet (Dennis, 2007)

Dennis (2007) descreve um conjunto de oito passos para a construção destes gráficos:

1. Tornar-se familiar com a área do processo e a sua envolvente;
2. Desenhar a área do processo (layout);
3. Mostrar a sequência do trabalho;
4. Escrever os elementos do trabalho;
5. Medir o tempo de ciclo total (no mínimo 10 vezes);
6. Medir o tempo de cada elemento de trabalho;
7. Identificar e medir trabalho irregular (cujo tempo de processo varie);
8. Escrever o *Standardized work analyses chart* e o *Standardized work combination table*.

### 2.5.7. Folha A3

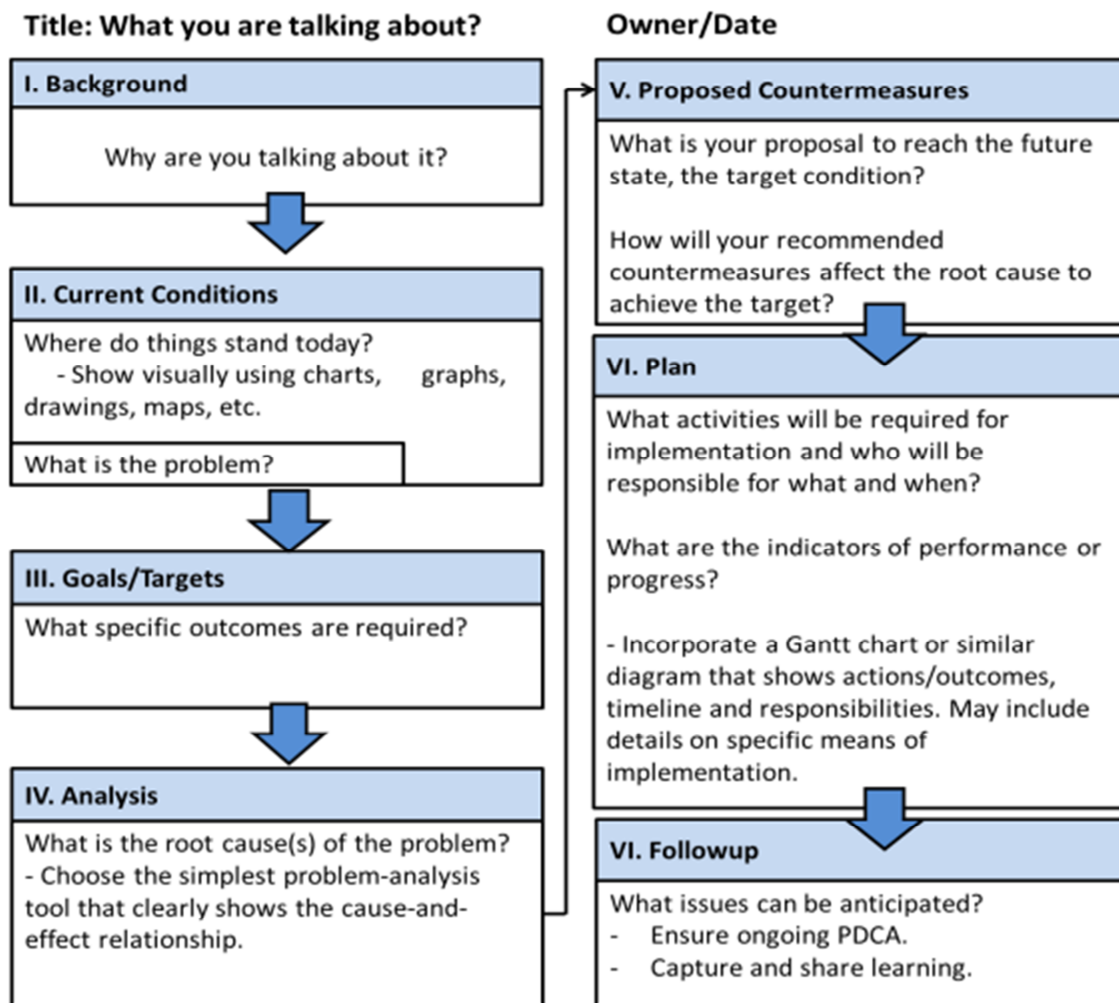
A folha A3 é um método normalizado de, numa única página de dimensões 29,7 cm por 42 cm sintetizar informação. Segundo Dennis (2007) existem quatro tipos de A3:

- **Hoshin planning A3**, usado para sumariar os planos hoshins, quer de departamentos, quer da companhia;
- **Problem Solving A3**, usado para sumariar problemas e ações corretivas;
- **Proposal A3**, usado para a apresentação de novas ideias;
- **Current status A3**, usado para sumariar o estado atual de uma situação.

Apesar dos diversos tipos de folha A3, o mais utilizado é o A3 para a resolução de problemas. Este permite sintetizar qual o problema, quais as ações corretivas e quem as realiza através de um plano de ações (Marchwinski, Shook e Schroeder, 2008). Shook (2008) afirma que esta ferramenta, para além de poderosa na resolução de problemas, permite fazer melhorias e, sobretudo, faz com que as coisas sejam feitas!

Shook (2008) apresenta um esboço da folha A3, Figura 16, onde devem constar:

- **Título** do problema que se está a abordar;
- **Responsável** pela elaboração da folha A3 e a **data** em que foi elaborada;
- **Contextualização** do problema, referindo a importância da sua resolução ;
- **Condições atuais** do problema, isto é, o que é atualmente conhecido acerca do problema;
- **Objetivos/Metas** que se esperam alcançar;
- **Análise** do problema e identificação de possíveis causas;
- **Propostas de ações correctivas** para a resolução do problema;
- **Plano e acções** onde se define quem faz o quê para alcançar os objetivos/metasp;
- **Seguimento** das ações implementadas e discussão dos resultados.



**Figura 16.** Folha A3 - Resolução de Problemas (Shook, 2008)

### 2.5.8. Ferramentas de identificação e resolução de problemas

As ferramentas de identificação e resolução de problemas são bastante importantes na implementação do Lean Production, pois permitem identificar e analisar os problemas de uma forma estruturada. Assim, é possível determinar quais as causas do problema e tomar ações sobre estas, com a elaboração de planos de ações corretivas.

#### 2.5.8.1. Brainstorming

Tempestade de ideias ou *brainstorming* foi desenvolvido por Osborn (1979) e é, segundo o seu criador, um método onde um grupo de pessoas tenta encontrar uma solução para um problema específico através de um conjunto de ideias espontaneamente geradas pelo grupo. Assim, este método pretende explorar a criatividade individual ou conjunta de um grupo para um determinado objetivo. Das várias utilizações, esta atividade é frequentemente utilizada pelas

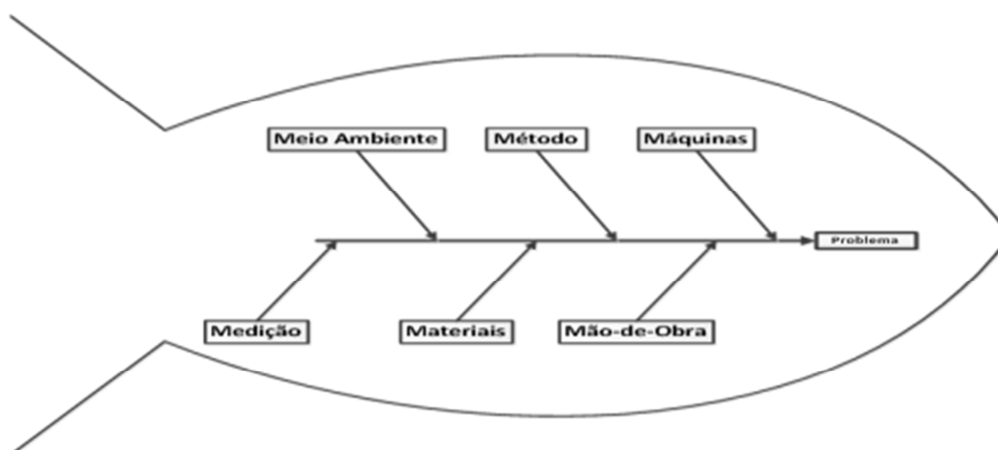
organizações para a resolução de problemas, nomeadamente para encontrar as diversas causas dos mesmos.

A sua eficácia resulta das suas regras principais que são: as críticas não são permitidas (pelo menos numa fase inicial); a criatividade é bem-vinda; a quantidade é necessária; e a combinação de ideias e respetivo aperfeiçoamento são necessários (Osborn, 1979).

#### 2.5.8.2. Diagrama de Causa-Efeito

Diagrama Causa-Efeito, ou diagrama de Ishikawa (em homenagem ao seu criador) ou diagrama espinha de peixe (devido à sua representação gráfica) é uma das sete ferramentas da qualidade. As outras são: Fluxograma, Histograma, Checklists, Análise ABC (Diagrama de Pareto), Gráfico de Tendência e Gráfico de Dispersão.

Para Pinto (2009), o Diagrama Causa-Efeito é uma das ferramentas mais poderosas de melhoria contínua, sendo uma ferramenta de análise que permite a resolução de problemas. Para isso, o diagrama está dividido em seis categorias gerais como ilustra a Figura 17. Dentro de cada uma das categorias são escritas possíveis causas do problema. É ainda possível, dentro de cada causa, subdividir em causas mais específicas. Para se encontrar as causas dos problemas recorre-se ao *brainstorming*. É aconselhável, para uma resolução eficaz do problema, a elaboração de um plano de ações para a eliminação/minimização de cada uma das causas.



**Figura 17.** Diagrama de Causa-Efeito

#### 2.5.8.3. 5 Porquês

Os 5 Porquês (5 Whys em inglês) é uma ferramenta vulgarmente utilizada para descobrir a causa-raiz de um problema. O conceito global da ferramenta consiste em perguntar 5 vezes porquê a uma causa do problema para perceber qual a sua origem.

Suzaki (1993) apresenta um procedimento de aplicação dos 5 porquês constituído por 5 etapas:

1. Identificar o problema;
2. Identificar todas as possíveis causas (pode ser útil utilizar a ferramenta *Brainstorming*);
3. Para cada uma das causas identificadas perguntar “porquê aconteceu?”
4. Repetir a pergunta “porquê aconteceu?” até encontrar a causa ou causas raízes do problema;
5. Identificar a solução e contramedidas para resolver as causas raízes (pode ser útil elaborar um plano de ações).

Apesar do nome 5 Porquês, a utilização da ferramenta não implica necessariamente a utilização das 5 perguntas. Dependendo da complexidade do problema pode ser necessário fazer mais ou menos perguntas “Porquê?”.

## **2.6. Benefícios e barreiras à implementação de Lean Production**

A implementação de uma filosofia como o Lean Production oferece várias vantagens para uma organização. Melton (2005) refere a redução de inventário, a redução do lead-time, menos retrabalho, aumento da compreensão do processo e poupanças financeiras como principais vantagens do Lean Production.

Bhasin & Burcher (2006) reuniram no seu estudo vantagens sugeridas por diferentes autores. Entre essas vantagens destacam-se: redução do lead-time, redução do inventário, redução de produtos defeituosos, aumento da produtividade, redução dos desperdícios e melhorias na qualidade, relação com clientes e competitividade.

Pavnaskar, Gershenson, & Jambekar (2003) quantificaram alguns ganhos de performance com a implementação do Lean Production. Entre eles destacam-se a redução dos defeitos, redução do lead time, aumento da taxa de entregas atempadas, aumento da produtividade, redução de inventário, melhoria na utilização da mão-de-obra direta, redução do tempo de troca de ferramentas e redução do tempo de ciclo.

Ziskovsky & Ziskovsky (2007) quantificaram o impacto da aplicação dos princípios Lean nas indústrias através de um estudo a várias empresas onde os princípios Lean estavam a ser aplicados, em algumas há 1 ano, noutras há mais tempo, num período entre 1 a 7 anos. A Tabela 1 mostra esses resultados.

**Tabela 1.** Impacto da aplicação dos princípios Lean na Indústria

Melhoria da Produtividade	<b>45 – 75 %</b>
Redução de Custos	<b>25 – 55 %</b>
Redução de Espaço	<b>35 – 50 %</b>
Redução de Inventário	<b>60 – 90 %</b>
Melhorias nas Entregas	<b>60 – 90 %</b>

Relativamente à mudança de cultura, poucos autores referem barreiras que dificultem essa mudança. Melton (2005) refere o ceticismo acerca da validade da filosofia e a “falta de tempo” para a mudança. Já Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous (2003) defendem que a mudança de filosofia depende de um único fator: **as pessoas**, dado que são o elemento fundamental para alcançar o sucesso. Dentro deste fator, os autores defendem três variáveis sem as quais não se consegue uma mudança de filosofia: a comunicação, a formação e a motivação.

Num outro prisma, Abdulmalek & Rajgopal (2007) argumentavam que o LP ainda não atingiu a sua plenitude em organizações que produzam em massa, dado que estas apresentam uma eficiência aceitável, não estando por isso recetivas à mudança.

## 2.7. Metodologia utilizada para a Normalização e criação de Normas

As normas podem ser definidas como documentos que contêm especificações técnicas que devem ser usadas consistentemente como guias de orientação de forma a garantir que os materiais, produtos processos ou serviços se adequam ao seu propósito (Wettig, 2002).

Para Dennis (2007), uma norma é para uma imagem clara da condição desejada, dado que permite detetar rapidamente anomalias e, assim, resolvê-las. Ainda segundo o autor, uma norma deve ser simples, clara e visual. Por este motivo, as normas estão intrinsecamente associadas ao conceito de gestão visual. Segundo Bicheno (2000), as normas são a base para qualidade e para a melhoria continua. Dennis (2007) vai mais longe argumentando que os alicerces da produção são as normas e que o alicerce da excelência é a harmonização com elas.

Normalização ou normalizar significa estabelecer uma norma (Priberam, 2012) e, de acordo com Juran & De Feo (2010), permite “sustentar os ganhos”, não voltando ao velhos hábitos, como ilustra a Figura 18.



**Figura 18.** Objetivo da Normalização

A normalização, fundamentada numa filosofia como o Lean Production, é uma ferramenta onde as normas são criadas através da participação dos principais envolvidos, de modo a criar o melhor e mais seguro método de trabalho. É, por isso, importante para uma organização e para os seus colaboradores perceberem que as normas não são rígidas e impostas ao ponto de se manterem inalteradas ao longo do tempo. Pelo contrário as normas devem ser a base para a melhoria contínua.

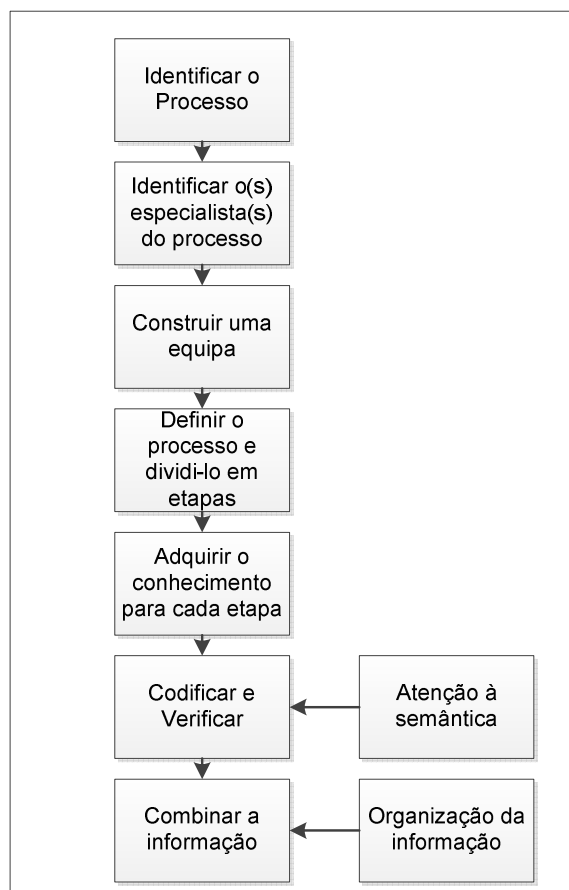
Bicheno (2000) reuniu três visões de diferentes autores (Ohno, Deming e Juran) acerca das normas e da normalização. Para Ohno (1988a) alcançar a normalização, com o mínimo de variações, é o ingrediente essencial para permitir o fluxo peça-a-peça (*one piece flow*) e a produção *Just-in-Time* (JIT). Deming (1998), quando propôs o ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act), notava melhorias de norma para norma. Por fim Juran & De Feo (2010), tal como já foi referido, salientou a importância de “sustentar os ganhos” estabelecendo normas nos processos de melhoria, por forma a não voltar aos velhos métodos.

As normas e a normalização permitem que todos na organização conheçam o processo através da documentação das experiências, isto é, através da criação de normas para que outros possam aprender (Bicheno, 2000).

Numa filosofia como o Lean Production, a normalização é muito mais que a normalização do processo produtivo ou normalização do trabalho. Numa organização, para além dos processos produtivos normalizados, também os processos comunicacionais devem ser normalizados, de forma a garantir que o operador é escutado, quer pelas funções suporte, quer pelas chefias diretas e/ou indiretas.

(Ungan, 2006b) propôs uma metodologia para criar as normas de um processo como ilustra a Figura 19.





**Figura 19.** Metodologia para a Normalização (adaptado de Ugan (2006b))

O primeiro passo da metodologia consiste em **identificar o processo** a ser Normalizado. Nesta fase é importante ter consciência que nem todos os processos podem ser normalizados devido à variedade de *inputs* do processo. O segundo passo é **identificar o especialista do processo**, isto é, identificar quem é que possui mais conhecimento do processo. Segundo o autor, o especialista do processo é quem melhor sabe como desempenhar as tarefas.

O próximo passo é **construção da equipa**. A equipa deve ser constituída pelo especialista do processo e por pessoas que estejam familiarizadas com o processo. É também importante que alguém da equipa possua conhecimentos relativos à ferramenta Normalização do Trabalho (Capítulo 2.5.6). O quarto passo consiste em **definir o processo e dividi-lo em etapas**. Nesta fase é importante listar, por etapa, os *inputs*, clientes, fornecedores, *outputs* e tarefas. Após este passo é necessário **adquirir o conhecimento de cada etapa do processo**. Este conhecimento deve ser adquirido através de várias formas, tais como entrevistas aos operadores, filmagens, cronometragens e análise de documentações técnicas (ex.: manuais de máquinas).

O sexto passo, **Codificar e Verificar** consiste no registo de todo o conhecimento adquirido no passo anterior. Nesta fase é necessário ter em conta a semântica utilizada, uma vez que o objetivo das Normas é serem facilmente entendidas por todos, não permitindo interpretações diferentes. Finalmente o sétimo passo consiste na **combinação e organização da informação** dos vários documentos relativos a processos mais simples. É importante que, nesta fase, os documentos sejam analisados para apurar possíveis inconsistências.

## 2.8. Casos de implementação de Lean Production

Nos dias de hoje, o Lean Production deixou de ser apenas aplicado às indústrias de transformação. Vários autores defendem a sua aplicabilidade a todo o tipo de organizações, independentemente do tipo de atividade. Por exemplo, Melton (2005) defende que deve ser aplicada a toda a cadeia de abastecimento, enquanto Abdulmalek & Rajgopal (2007) vão mais longe argumentando que deve ser aplicado a todas as organizações, embora refiram que a utilização das ferramentas Lean deve ir de encontro à atividade da organização.

Bhasin (2012) avalia o desempenho do Lean Production e da aplicação das suas ferramentas num estudo realizado em pequenas, médias e grandes empresas. Para além das ferramentas mais utilizadas, o estudo refere quanto tempo as empresas se dedicam à sua implementação.

Ainda no que diz respeito à implementação do LP, Silva et al. (2010) compararam o estado de implementação do LP em quatro países: Portugal, Itália, Inglaterra e Estados Unidos da América. Neste trabalho é possível perceber que o LP é, de facto, uma metodologia que permite alcançar melhorias para as organizações. Da comparação entre os quatro países, os autores referem que Portugal está bastante atrasado na aplicação de ferramentas Lean, quando comparado com os outros países. Contudo, Silva et al. (2010) deixam a nota que existe, em Portugal, uma enorme margem de progressão para as empresas se tornarem Lean.

Apesar das empresas portuguesas terem começado mais tarde a implementar o LP, já é possível encontrar alguns casos de estudo acerca da sua implementação em setores de atividade distintos, nomeadamente no setor da metalomecânica (Carvalho, Alves, & Lopes, 2011), no setor de componentes elétricos (Rocha, Alves, & Braga, 2011) e no setor de componentes para automóveis (Costa, Alves, & Sousa, 2008).

Relativamente à indústria do mobiliário, pouca informação foi encontrada relativamente à implementação do LP. Apenas na literatura internacional se encontraram alguns casos de

implementação do LP, quer dos seus princípios, quer de algumas das suas ferramentas, nomeadamente (Yao & Carlson, 2003; Sabri & Shayan, 2004; Quesada-Pineda & Gazo, 2007; Czabke, 2007 e Hunter, 2008).

### 3. APRESENTAÇÃO E CARATERIZAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo apresenta-se a empresa onde o presente trabalho foi desenvolvido – a Swedwood Portugal. Apresenta-se também o grupo industrial em que está inserida, o grupo Swedwood, a visão e valores do grupo, a cadeia de valor, os setores de negócio e as várias funções desempenhadas na Swedwood.

Ainda no contexto do Grupo Swedwood, são abordadas as medidas de desempenho que servem como indicadores de performance para o grupo. A metodologia de produção adotada pela Swedwood designada de Swedwood Way of Production (SWOP) é também descrita. Neste terceiro capítulo, apresentam-se ainda quais os produtos desenvolvidos pela fábrica e o processo produtivo.

#### 3.1. Identificação e localização

A empresa Swedwood Portugal produz móveis e componentes feitos à base de madeira para a IKEA e localiza-se em Paços de Ferreira, distrito do Porto, com instalações industriais com cerca de 130 000 m<sup>2</sup>, Figura 20. A Swedwood Portugal é o resultado do crescimento internacional do grupo Swedwood e visa explorar o mercado Português e Espanhol. Para além disso, Portugal é também um ponto geográfico estratégico para exportação de mobiliário para a Ásia e América.

A Swedwood Portugal encontra-se a laborar desde Outubro de 2007 e conta com cerca de 1500 colaboradores.

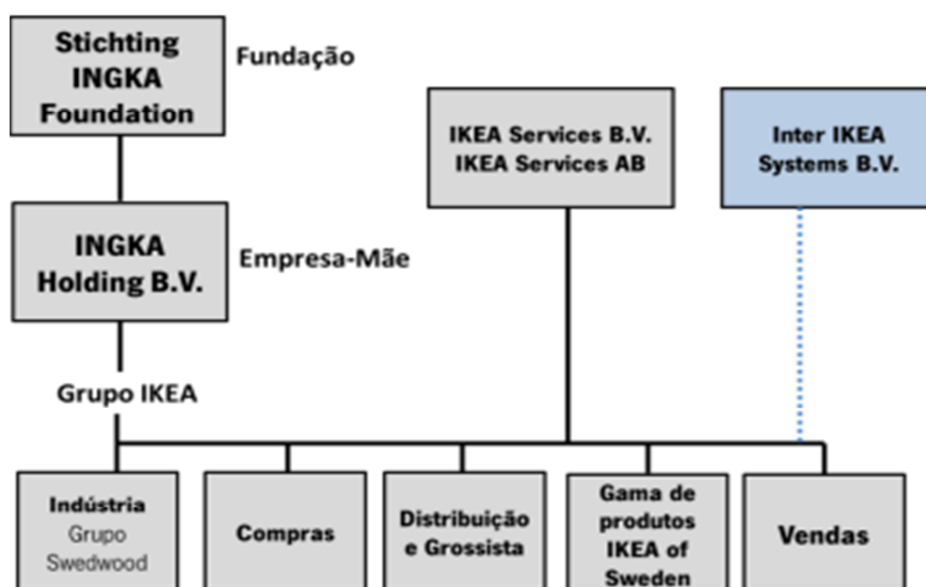


**Figura 20.** Instalações e Organização Swedwood Portugal (Swedwood, 2012)

Como se pode verificar pela imagem anterior, em Portugal, o Grupo Swedwood tem dois setores de negócio (correspondente a duas fábricas), o *Board on Frame* (BOF) (que está dividido no “*Lacquering & Print*” e na “*Foil*”) e o *Flat Line* (que é constituído pela “*Pigment*”). Tem também um armazém (“*Warehouse*”) que armazena todos os produtos das duas fábricas.

### 3.2. Grupo Swedwood e IKEA

O grupo Swedwood foi fundado no ano de 1991 em Ängelholm, Suécia. A criação do grupo surgiu da falta de capacidade para responder aos pedidos dos clientes da sua empresa-mãe, a IKEA. Deste modo, a principal tarefa do grupo é garantir capacidade de produção de mobiliário de madeira para o IKEA (detentora do grupo Swedwood) sendo, por este motivo, a Swedwood considerada o braço industrial do IKEA, Figura 21. Segundo os seus fundadores isto é conseguido através da gestão de florestas a longo prazo e com a criação de polos industriais, estrategicamente localizados no mercado, para a produção de componentes e mobiliário de madeira.



**Figura 21.** Estrutura do grupo IKEA (Swedwood, 2012)

Atualmente, devido ao seu consecutivo crescimento anual de aproximadamente 20%, o grupo Swedwood está presente em 11 países, onde se destacam a Suécia, Alemanha, Rússia, China, EUA, Polónia e Portugal, com 46 unidades fabris, contando com cerca de 15 500 colaboradores, Figura 22. Deste modo, produzem cerca de 80 000 000 de unidades de mobília e componentes por ano.



**Figura 22.** Distribuição das fábricas do grupo Swedwood (Swedwood, 2012)

### 3.2.1. Visão e Valores do grupo

O grupo tem como visão “alcançar a excelência na transformação de madeira em mobiliário”, de forma a garantir vantagens competitivas ao grupo IKEA. Desta forma, o grupo IKEA pode “oferecer uma vasta gama de produtos para o lar, funcionais e com *design*, a preços tão baixos que todos possam comprar”.

Para isso, é importante referir que o grupo Swedwood apoia-se em quatro valores fundamentais: as pessoas, a simplicidade, o baixo custo e o empreendedorismo. Quanto às pessoas referem a união e o entusiasmo como fatores fundamentais, afirmando que o desempenho da Swedwood depende do desempenho dos funcionários.

A simplicidade nas soluções, nos comportamentos e na maneira de trabalhar é também um valor ao qual é dado muita importância. A simplicidade origina a redução da burocracia que, em muitos casos, é um fator de atraso no desenvolvimento das organizações. O baixo custo é um valor que resulta da consciencialização da Swedwood, que se esforça para acrescentar o menor custo possível na cadeia de valor desde o seu início, para que, no fim, o cliente possa adquirir os produtos a baixo custo.

Por fim, o empreendedorismo resulta da forma de pensar da Swedwood, isto é, deve-se olhar para os resultados com o coração e não apenas com o cérebro. Daí a importância de todos na sugestão de novas ideias.

### 3.2.2. Cadeia de valor, sectores de negócio e funções da Swedwood

Para alcançar a excelência desejada, através do valor acrescentado ao longo da cadeia de valor, Figura 23 o grupo está devidamente organizado.



**Figura 23.** Cadeia de valor Swedwood

O grupo Swedwood pode ser dividido em três sectores de negócio distintos, o sector **Board on Frame** (BOF), o sector **Flat Line** e o sector **Solid Wood**. A divisão em sectores deve-se ao tipo de produtos que são fabricados e ao tipo de materiais utilizados, Figura 24.



**Figura 24.** Exemplo de móveis por sector: a) Setor BOF, b) Setor Flat Line e c) Setor Solid Wood (IKEA, 2012)

O sector **BOF** está especializado na construção de móveis de construção tipo “sanduiche” como mesas, estantes e camas. Este tipo de construção é caracterizado pelo enchimento dos componentes com *honeycomb* (cartão “favo de abelha”) que torna possível a produção de componentes com baixo peso e com baixos consumos de matérias-primas.

O sector **Flat Line** dedica-se à produção de móveis para escritório e cozinhas. Os componentes são produzidos através da melanina, material mais denso que o utilizado no sector anterior. Posteriormente são pintados ou envernizados consoante o modelo

Por fim, o sector **Solid Wood** é caracterizado pela produção de móveis em madeira maciça. Os componentes produzidos, quando comparados com os anteriores, são bastante mais pesados.

Nas diversas instalações do grupo Swedwood, cada sector de negócio corresponde a uma diferente fábrica, isto é, um polo industrial da Swedwood pode conter as três fábricas (cada uma para um diferente sector de negócio), duas fábricas ou apenas uma fábrica, dependendo da estratégia do grupo.

De forma a apoiar os sectores de negócio existem diversas funções-suporte que cada fábrica contém. As funções suporte que o grupo constituiu são: Finanças e Controlo Interno, Técnica (Processos), SWOP (Swedwood Way of Production), Cadeia de Abastecimento, Ambiente, Higiene e Segurança (EHS), Recursos Humanos e Informação e Comunicação, como se pode observar no Anexo 2.

### 3.3. Medidas de desempenho

A Swedwood Portugal definiu um conjunto de medidas de desempenho a serem avaliadas, com o objetivo de poderem ser melhoradas, melhorando assim o desempenho da organização. Com estas medidas é possível avaliar o desempenho atual da empresa e estabelecerem metas concretas a serem alcançadas num futuro próximo.

A Swedwood Portugal acredita que as medidas de desempenho não financeiras são mais importantes para o seu bom funcionamento, daí que apenas avalie o **valor da produção (€)** como medida financeira. Todas as outras medidas são não financeiras, sendo que o seu resultado está implícito na medida financeira. Assim, melhorando as medidas de desempenho não financeiras, melhora-se a medida de desempenho financeira.

As medidas de desempenho não financeiras adotadas pela Swedwood Portugal são a **Eficiência**, o **Absentismo**, as **Avarias**, a **Sucata**, o **Retrabalho** e as **Horas-extras**. Estas medidas são avaliadas mensalmente, sendo que no início de cada mês, numa reunião de direção, são programadas ações com o objetivo de melhorar estas medidas de desempenho. Este procedimento é feito ciclicamente de forma a melhorarem continuamente o desempenho da empresa.



Devido à dimensão da empresa, medir o desempenho global poderia não ser suficiente, uma vez que seria impossível perceber quais os fatores que estariam a desviar as medidas dos objetivos traçados. Por isso, a organização decidiu, para além de avaliar globalmente o desempenho da fábrica BOF avaliar também o desempenho de cada área de produção. Deste modo, há um responsável por cada área que fica com a responsabilidade de compilar os dados recolhidos para, numa reunião mensal, serem discutidos entre os responsáveis de cada área de produção e pelos responsáveis da fábrica. Como resultados destas reuniões resultam novos planos de ação para tentar melhorar o desempenho da organização.

Contudo, apesar de serem avaliadas diversas medidas de desempenho, pode-se considerar a **Eficiência** como a medida principal, sendo que é a esta medida que é dada maior importância. O seu cálculo resulta do produto de dois fatores: a **disponibilidade** (horas trabalhadas/horas previstas de trabalho) e a **performance** (total real de output/ total previsto de output).

Todas as outras medidas de desempenho são expressas na forma de taxa, isto é, são expressas na forma de percentagem resultante do quociente do que foi realmente verificado com o que estava previsto.

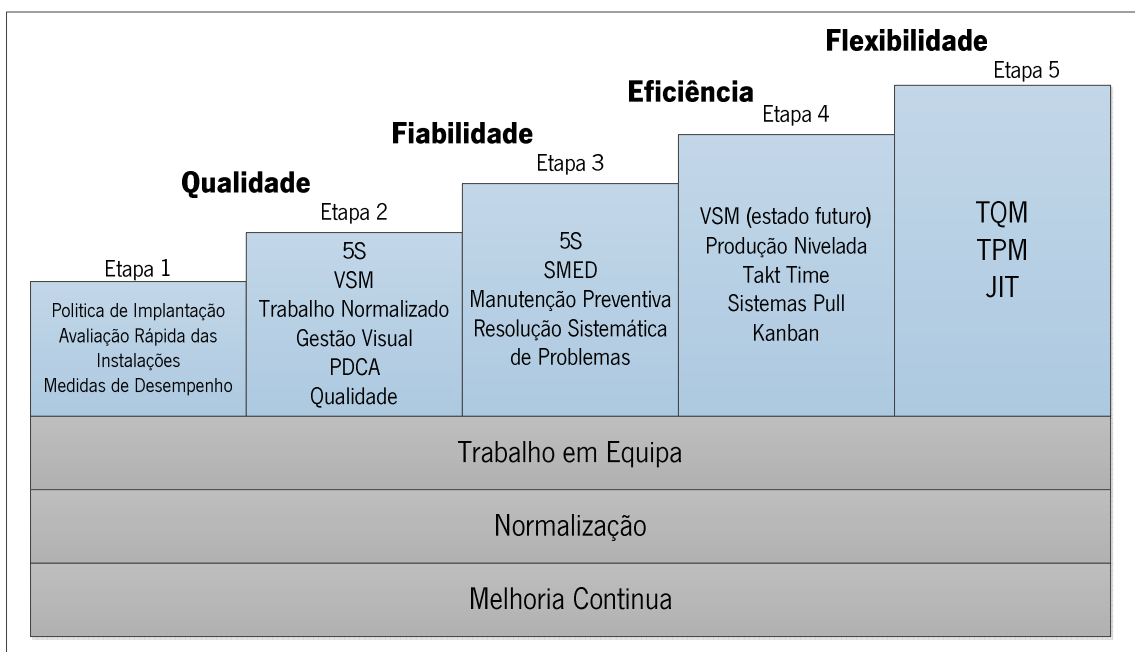
### 3.4. Swedwood Way of Production – SWOP

Swedwood Way of Production ou apenas SWOP é a filosofia de produção adotada pela Swedwood. **SWOP é a adaptação do Lean Production à Swedwood** e a sua implementação segue uma metodologia bem definida descrita nos parágrafos seguintes.

A Swedwood define SWOP como uma “estratégia de gestão operacional e uma filosofia de melhoria contínua que vai para além da melhoria da produtividade”. Esta estratégia operacional baseia-se nos quatro valores da Swedwood: Pessoas, Baixo Custo, Simplicidade e Empreendedorismo. Para além disso, o SWOP atribui a chave do sucesso à partilha do método de trabalho, apoiando-se em três princípios igualmente importantes:

- **Trabalho de Equipa:** A constituição de equipas de trabalho origina um melhor desempenho no operador do que se estiver a trabalhar sozinho;
- **Normalização:** Esforço para desempenhar as atividades usando o melhor método conhecido;
- **Melhoria Contínua:** Constante empenho em fazer as coisas melhor, eliminar desperdícios e desafiar sempre os resultados obtidos.

Esta metodologia pode ser dividida em cinco etapas, Figura 25, sendo que a conclusão de cada etapa permite alcançar um objetivo, ou seja, da primeira para a segunda etapa atinge-se o objetivo **Qualidade**, da segunda para a terceira, a **Fiabilidade**, da terceira para a quarta, a **Eficiência**, e da quarta para a quinta, a **Flexibilidade**.



**Figura 25.** Metodologia SWOP - Etapas de implementação (Adaptado de Swedwood (2012))

A 1ª etapa da metodologia SWOP consiste em perceber o que é que o cliente pretende. Nesta etapa algumas ferramentas ou métodos utilizados são a Política de Implantação (Policy Deployment ou Hoshin Kanri), isto é, a definição de um método estruturado de consolidação dos objetivos do negócio em ações detalhadas; Avaliação Rápidas das Instalações (Rapid Plant Assessment) que permite perceber o estado da fábrica e o quão eficiente é; e Medidas de Desempenho (Performance Indicators).

A 2ª etapa consiste em analisar e perceber o processo. Para isso recorre-se ao VSM, ao Trabalho Normalizado, Gestão Visual, Ciclo PDCA, Qualidade e 5S (nomeadamente os 3S: Separação, Arrumação e Limpeza).

Segue-se a simplificação e estabilização do processo (3ª etapa) utilizando ferramentas e métodos como os 5S (Normalização e Autodisciplina), SMED, Manutenção Preventiva e Resolução Sistemática de Problemas.

A 4ª etapa prevê a passagem de um modelo de produção *push* para *pull*, onde é a ordem do cliente que inicia o processo produtivo. Nesta etapa recorrem-se a técnicas e ferramentas como o VSM (estado futuro), Takt Time, Sistemas Pull, Kanban e Produção Nivelada. Finalmente a 5ª

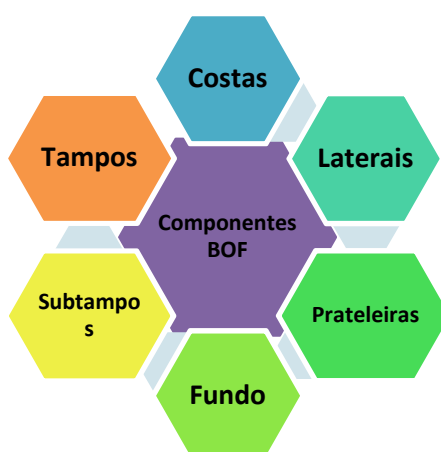
etapa pressupõe uma continuação do “ataque” ao desperdício. Nesta fase recorrem-se ao Total Quality Management (TQM), Total Productive Maintenance (TPM) e Just-in-Time (JIT).

### 3.5. Fábrica Lacquering & Print

Como se verificou na secção 3.1, as instalações da Swedwood Portugal compreendem duas fábricas distintas, a BOF e a Pigment. Contudo, este trabalho foi desenvolvido na fábrica BOF, mais especificamente na fábrica Lacquering & Print.

#### 3.5.1. Produtos

A fábrica Lacquering & Print do setor BOF, tal como já foi referido anteriormente, produz mobília caracterizada pela sua construção tipo “sanduiche”. Por este motivo, uma vez que a construção de qualquer mobília requer o mesmo processo produtivo, podem-se agrupar todos os produtos fabricados na mesma família, ou seja, a família Componentes BOF, como se verifica na Figura 26.



**Figura 26.** Família "Componentes BOF"

Dos diversos constituintes da família de componentes BOF, apenas algumas características mudam. Isto é, de produto para produto alteram as dimensões das peças, o tipo de acabamento/pintura e o número de faces pintadas, como se observa na Tabela 2.

**Tabela 2.** Características variáveis dos elementos BOF

Dimensões			Acabamento	
Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Cor	N.º de faces
Varia entre [336 - 2000]	Varia entre [150 - 780]	30	Black	1
		34	Black-Brown	2
		50	White	
			Birch	

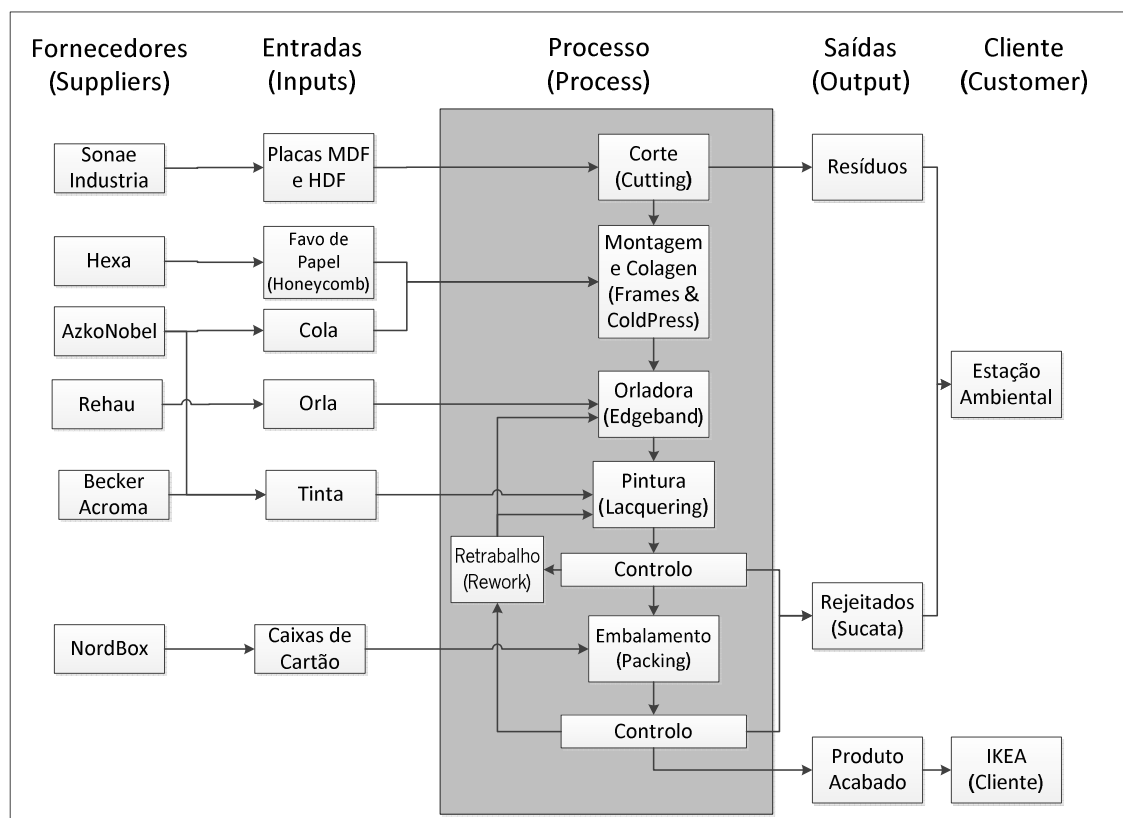
Assim, a fábrica Lacquering & Print produz 4 famílias de produtos: Lack, Expedit, Vika e a Micke. Cada família pode ter vários produtos associados, dependendo da diferente combinação de componentes, Tabela 3. A montagem dos respetivos elementos origina o produto desejado.

**Tabela 3.** Família de produtos e respetivos componentes (extracto)

<b>Família</b>	<b>Artigo</b>	<b>Componentes</b>
<b>Expedit</b>	<b>Expedit Bookcase</b>	Tampo/Fundo 185x185
		Tampo/Fundo 149x149
		Lateral E/D 149x79
		Tampo/Fundo 149x79
		Lateral Dir/Esq 44x44
	<b>Expedit Desk</b>	Tampo 115x78
		Lateral 115x78
	<b>Expedit Shelving Unit</b>	Lateral E/D 44x185
		Lateral E/D 79x79
		Tampo/Fundo 44x185
	<b>Expedit TV Stor</b>	Fundo 185x185
		Fundo 185x149
		Tampo 185x185
		Tampo 185x149
		Lateral E/D 185x185
		Lateral Regular Esq. 185x149
		Lateral Irregular Dir.185x149
<b>Lack</b>	<b>Lack</b>	Prateleira 190x26
		Tampo 118x78
		Prateleira 110x26
		Tampo 90x55
		Tampo 55x55
		Tampo 78x78
	<b>Lack TV</b>	Sub-Tampo 149x55
		Tampo 149x55
		Lateral E/D 149x55

### 3.5.2. Fluxo de materiais e layout geral

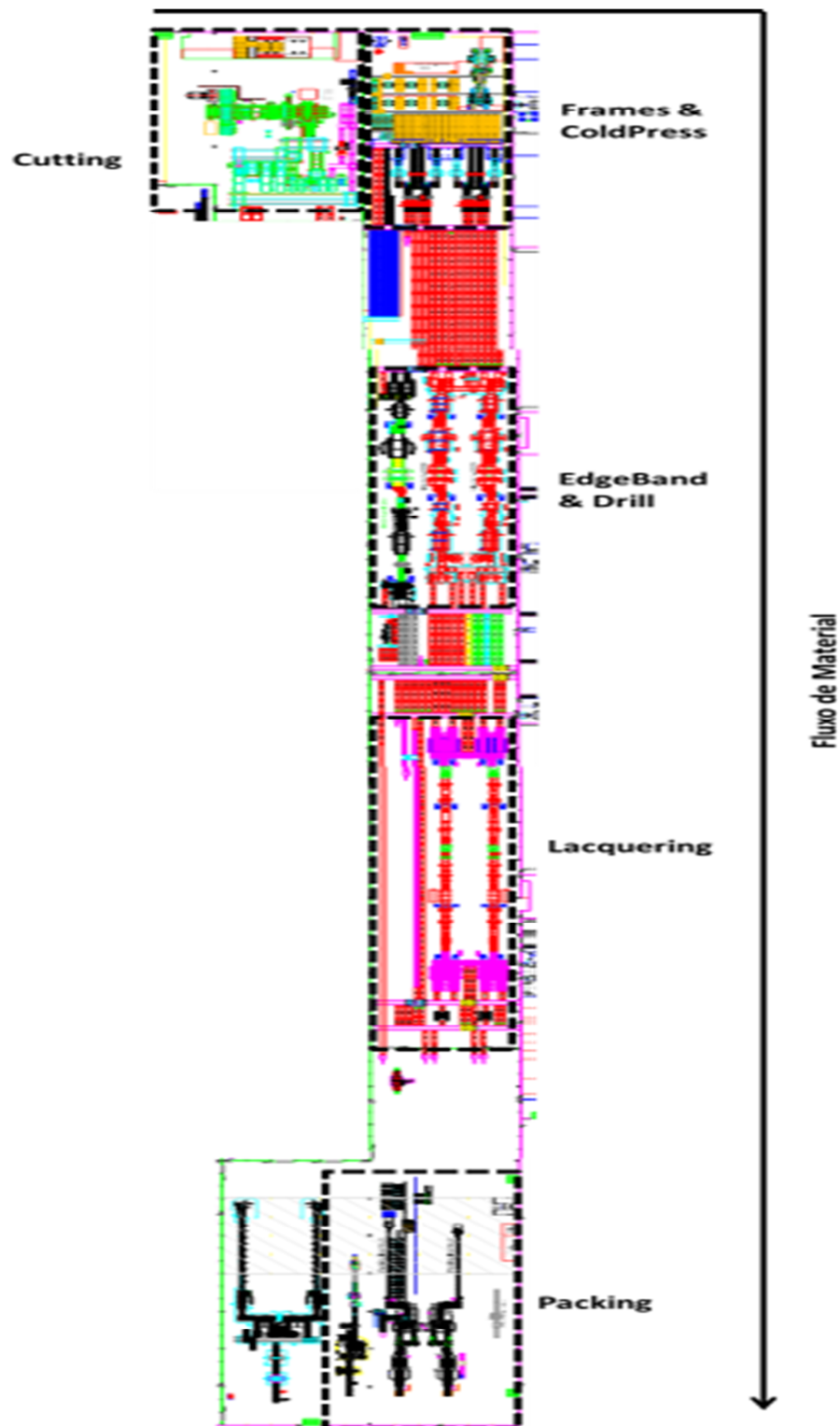
Os fluxos de materiais entre fornecedores, processo e cliente estão representados no diagrama SIPOC (Suppliers, Input, Process, Output, Customers), Figura 27.



**Figura 27.** Diagrama SIPOC da fábrica Lacquering & Print

Todos os componentes produzidos requerem a mesma tecnologia e os mesmos meios de transformação, daí que o sistema produtivo seja constituído por várias linhas de produção dedicadas ao lote (LPDL) que estão separadas por *buffers* entre áreas de produção. As linhas são dedicadas ao lote e existe a necessidade de preparação da linha sempre que se muda de lote. A linha de produção é a solução adotada pela empresa, uma vez que não é exigida flexibilidade da linha e, para além disso, há uma produção em grandes lotes.

Na Figura 28 apresenta-se o *layout* geral da fábrica Lacquering & Print que se encontra dividido em cinco áreas de produção, designados com uma terminologia inglesa: Cutting, Frames & ColdPress, EdgeBand & Drill, Lacquering e Packing que são descritas nas secções seguintes. A fábrica tem uma área de trabalho de, aproximadamente, 21000 m<sup>2</sup> (600 metros de comprimento por 35 metros de largura) e onde trabalham 487 operadores.



**Figura 28.** Layout geral da fábrica Lacquering & Print

### 3.5.2.1. Cutting

Na área produtiva “Cutting” trabalham 19 operadores e é a área responsável pelo corte de placas de HDF, MDF (ou *chipboard*) e Melamina, segundo um programa de otimização, de modo a minimizar o desperdício. Dependendo da matéria-prima cortada, criam-se diferentes fluxos de

materiais. A Melamina cortada é enviada para a área de EdgeBand, as placas de HDF para a área da ColdPress e as ripas de MDF para a área dos Frames.

Nesta fase do processo produtivo alguns aspetos técnicos têm de ser controlados como o tipo de serra utilizada, o seu desgaste e a velocidade de corte, as tolerâncias das peças, o paralelismo do corte e a espessura do aglomerado.

Um aspeto importante a salientar desta área de produção é que ela é responsável pelo corte das matérias-primas (MDF, HDF e Melamina) para as duas fábricas BOF, ou seja, faz o corte para o Lacquering & Print e para a Foil.

### **3.5.2.2. Frames & ColdPress**

Na área Frames & ColdPress, onde trabalham 196 operadores, constrói-se a estrutura da peça. O processo produtivo nesta área começa pelo corte das ripas de MDF em ripas com as dimensões corretas e em cubos. De seguida procede-se à montagem do “esqueleto” da peça através da colagem a alta temperatura das ripas e cubos.

Depois de montada a estrutura, esta é preenchida com cartão “favo de abelha” (*honeycomb*). Para finalizar a montagem da peça, são coladas placas de HDF. Para garantir a colagem das peças, estas são prensadas entre 8 a 10 minutos.

No que diz respeito aos aspetos técnicos, esta área produtiva tem a esquadria do painel, a humidade, expansão e altura do cartão e tempo de prensagem como principais pontos a controlar.

### **3.5.2.3. EdgeBand & Drill**

A área EdgeBand & Drill, onde trabalham 71 operadores, é constituída por três linhas responsáveis pela colocação das orlas nos elementos e pela sua furação, que irá possibilitar ao cliente final a montagem dos elementos constituintes do móvel. Para além da colocação de orlas nos elementos que vêm da área ColdPress (elementos BOF) são também colocadas orlas nos elementos de Melamina que chegam diretamente da área do Corte. Por este motivo, uma das linhas dedica-se exclusivamente à orlagem e furação dos elementos em Melamina, enquanto as outras duas linhas dedicam-se, também exclusivamente, à orlagem e furação dos elementos BOF. É importante referir que a orla aplicada já tem a cor que se pretende dar à peça na fase final. De modo a colocarem orlas nas faces corretas, as peças são viradas e orientadas ao longo

da linha. A altura da orla e a correta furação são os aspetos técnicos que mais se controlam nesta fase do processo produtivo.

#### **3.5.2.4. Lacquering**

O Lacquering, onde laboram 59 operadores, é a área produtiva responsável pela pintura dos elementos BOF que é constituída por 2 linhas de pintura iguais. Nesta área, por ser a última antes da embalagem, o controlo da qualidade dos elementos é realizado visualmente no final de cada linha de pintura. Deste modo, evitam-se que produtos não-conformes sigam para a próxima fase do processo produtivo.

Por ser uma etapa crítica do processo produtivo, aspetos técnicos como a humidade e temperatura, gramagem de tinta aplicada, tempo de cura e brilho dos elementos e pintura uniforme são minuciosamente controlados.

#### **3.5.2.5. Packing**

É nesta área produtiva, onde trabalham 142 operadores, que se procede à embalagem dos produtos. Como cada produto é constituído por vários elementos, esta área é constituída por três linhas de embalamento adaptadas aos produtos. Assim, duas linhas fazem o embalamento em cartão enquanto outra faz o embalamento em plástico, ambas de acordo com especificações técnicas do IKEA. Deste modo, cada componente é colocado na caixa, de acordo com as instruções de embalagem definidas, ao longo da linha. Para além dos componentes BOF e Melamina, são também embalados os *fittings* (ferramentas e ferragens para a montagem do produto).

O principal aspeto técnico a ter em conta nesta fase do processo é a sequência de operações, isto é, a ordem pela qual os componentes são embalados. Outro aspeto importante é a correta identificação dos produtos embalados.

#### **3.5.2.6. Warehouse**

O Warehouse, embora não fazendo diretamente parte do processo produtivo, é o espaço onde todos os produtos embalados são armazenados antes de serem expedidos para o cliente final. Neste espaço é importante otimizar o espaço disponível e fazer o correto controlo do inventário, pois qualquer erro pode gerar ordens de produção desnecessárias.



### 3.5.3. Abastecimento de materiais

Quanto ao abastecimento dos materiais às diversas áreas de produção, esta é realizado a partir de três armazéns de materiais. Existe um armazém na zona do Cutting responsável por fornecer à área do Cutting as matérias-primas (placas) para serem cortadas. Este armazém é também responsável pelo fornecimento de *honeycomb* à área da ColdPress, das colas à área dos Frames e das orlas à área da EdgeBand & Drill.

Na área do Lacquering existe um armazém responsável pelo abastecimento dos produtos e consumíveis de pintura. Este armazém apenas fornece este tipo de produtos devido às características químicas dos mesmos que requerem um maior cuidado na sua gestão.

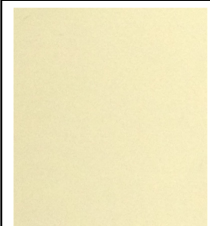

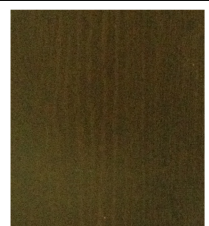

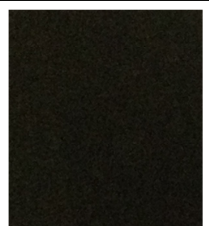
Existe também, na área de Packing, um outro armazém responsável por fornecer todos os materiais necessários para esta área, desde cartão, caixas, material de embalagem, entre outros.

## 4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL

Neste capítulo descreve-se detalhadamente a área de produção onde o trabalho foi desenvolvido, isto é, a área de pintura denominada Lacquering. Para além da descrição do processo produtivo, identificam-se também os problemas encontrados na área em estudo, recorrendo à ferramenta VSM e outras ferramentas de análise. Ainda neste capítulo, apresentam-se os valores das medidas de desempenho observadas no início do projeto. Para se perceber o estado da área de produção em estudo face à fábrica, apresentam-se também os valores das medidas de desempenho desta.

### 4.1. Descrição do sistema produtivo da área de pintura

Tal como já foi referido anteriormente, a área de produção Lacquering é responsável pela pintura dos elementos BOF. Nesta área existem duas linhas de pintura iguais permitindo a pintura dos produtos em 5 cores diferentes: Black-Brown, Birch, White 2, White 5 e Black, Figura 29.

White 5	White 2	Black-Brown	Birch	Black
				

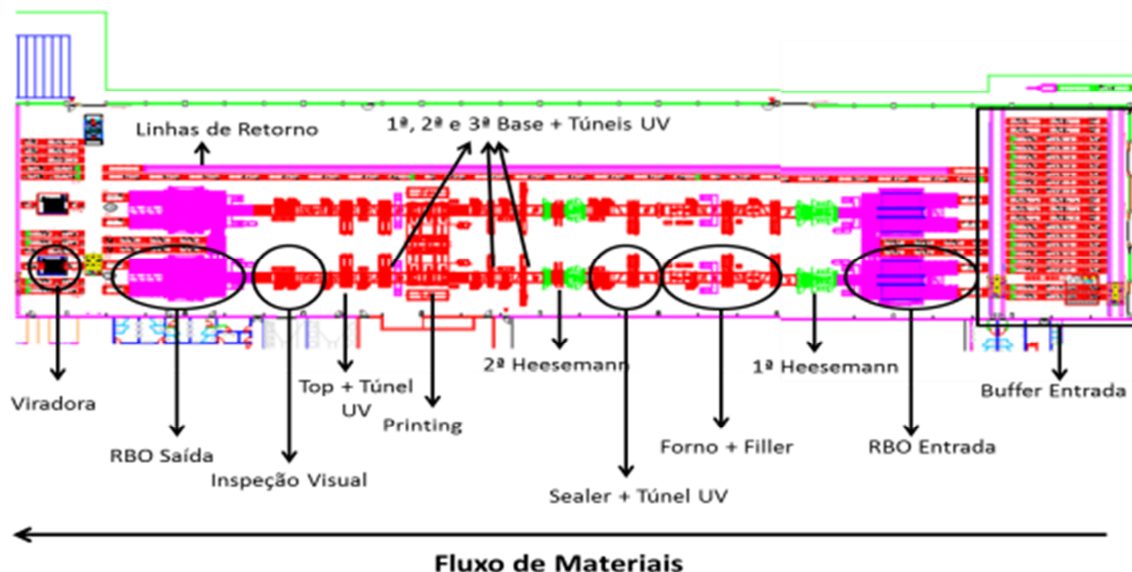
**Figura 29.** Cores pintadas na área de pintura

Para a pintura das cores Black-Brown e Birch a tecnologia utilizada é diferente da tecnologia utilizada para as restantes cores. Para estas cores, em vez de utilizarem uma terceira camada de tinta da base, utilizam-se camadas de tinta de água, impressas na peça através de um rolo especial.

O processo de pintura envolve várias etapas que são realizadas numa linha de pintura com a extensão de 125 metros, onde todas as peças são transportadas por tapetes automáticos. Ao longo da linha as peças são controladas por 3 operadores que procedem a ajustes nas máquinas caso seja necessário.

O processo, representado na Figura 30, inicia-se com a colocação das peças que chegam da área de produção anterior (EdgeBand) e que estão no *buffer* de entrada na linha de produção do

Lacquering, através de um braço automatizado designado por RBO, que coloca as peças das paletes na linha de pintura.



**Figura 30.** Layout da área de pintura com a representação do fluxo de materiais e identificação das fases deste processo

Após entrarem na linha de pintura, as peças são lixadas. Esta primeira fase, designada na Figura 30 de 1ª Heesemann, é bastante importante, uma vez que permite a remoção de impurezas do HDF. Para além disso, permite a calibração da peça, ou seja, permite nivelar toda a superfície da peça. Depois de lixadas as peças passam por um forno, de modo a serem aquecidas para permitir uma melhor aplicação de tinta.

As próximas etapas do processo de pintura consistem na aplicação de uma camada de produto de enchimento (Filler) e outra de selante (Sealer), como se observa na figura anterior. Após a aplicação do segundo produto, as peças passam por um túnel de lâmpadas ultravioleta (UV), uma vez que todos os produtos aplicados são tintas UV, ou seja, só endurecem com radiação UV. Na indústria de mobiliário tradicional, estas primeiras camadas de produto são vulgarmente conhecidas como “tapa-poros”.

Após a aplicação do Filler e Sealer as peças são novamente lixadas. Esta segunda lixagem, designada na Figura 30 de 2ª Heesemann, tem como principal objetivo polir a peça e garantir a remoção de resíduos de madeira, através de uma escovagem e aspiração.

Após a 2ª lixagem, as peças são sujeitas a várias camadas de tinta, designadas de 1ª, 2ª e 3ª Base e de Top, Figura 30. No caso das cores Black Brown e Birch, são aplicadas duas camadas de tinta de coloração (2 Bases) e uma camada de tinta de acabamento (1 Top). No caso das

cores White 2, White 5 e Black são aplicadas 3 camadas de tinta de coloração (3 Bases) e uma camada de tinta de acabamento (1 Top). Entre cada aplicação de tinta, a peça é sujeita a radiação UV de modo a que a camada aplicada endureça antes da aplicação de uma nova camada.

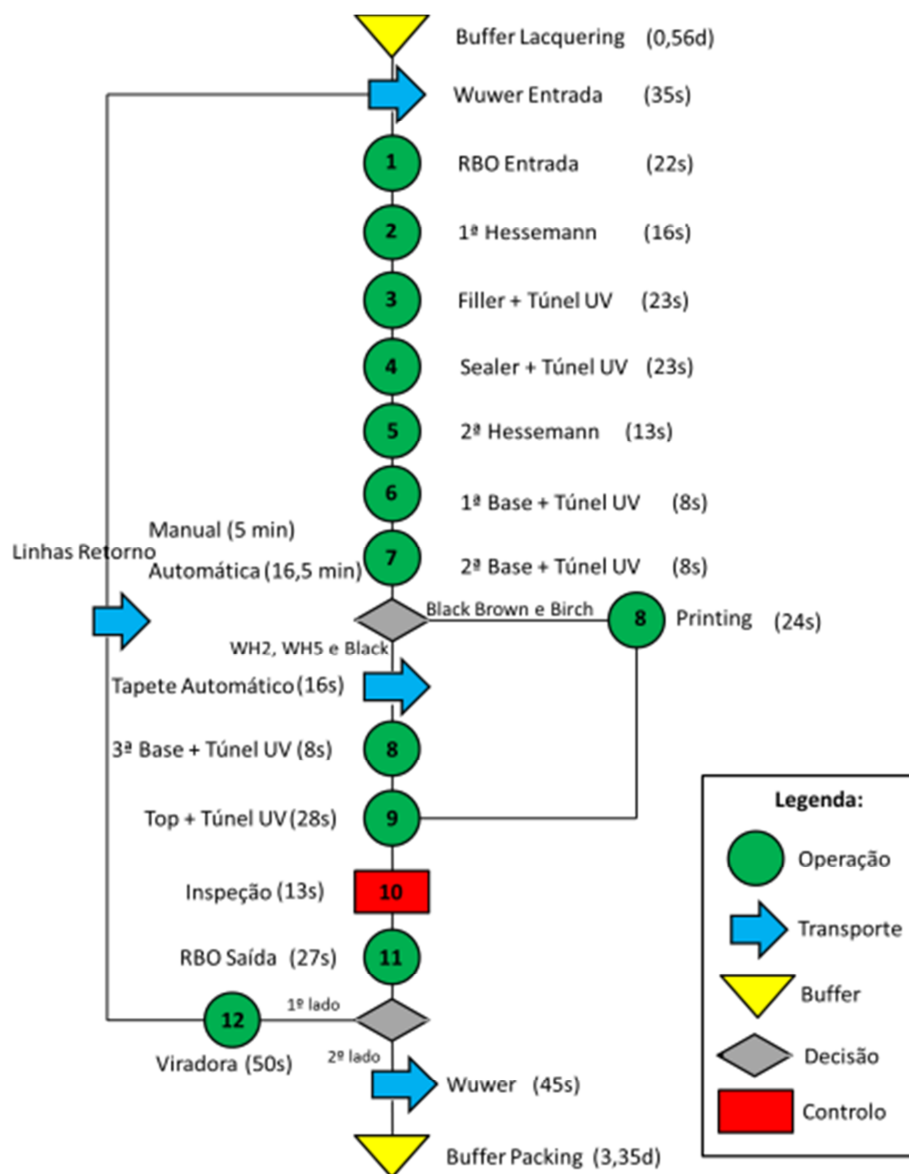
A diferença de tecnologia de pintura referida anteriormente consiste na impressão característica das cores Black-Brown e Birch. Nestas duas cores é utilizada uma tecnologia que imprime o desenho da madeira na peça. Esta impressão consiste na aplicação de três camadas de tinta à base de água para o Birch e de uma para o Black-Brown. O desenho forma-se devido às características dos rolos aplicadores de tinta. A máquina que imprime o desenho na peça localiza-se entre as máquinas da 2ª e 3ª Base e é denominada de Printing, Figura 30.

Depois de pintadas as peças passam por uma zona de inspeção onde são segregadas manualmente as peças não conformes. As peças em bom estado seguem na linha de produção até ao RBO de saída, máquina que volta a empilhar as peças.

No caso de ser a pintura no primeiro lado, as paletes são encaminhadas para a Viradora, Figura 30, de modo a que as paletes sejam viradas para que a face por pintar fique voltada para cima. Estas paletes regressam até ao início da linha através das linhas de retorno, voltando a entrar em produção para serem pintadas no segundo lado.

Após a pintura nos dois lados da peça, as paletes são enviadas para a área de produção seguinte, o Packing.

O Processo produtivo acima descrito está representado no gráfico de análise de processo da Figura 31.



**Figura 31.** Gráfico de análise de processo - Lacquering

Como se observa pelo gráfico de análise do processo, o tempo de pintura de uma peça é cerca de 3 minutos e 25 segundos (desde o RBO de entrada até ao de saída). Independentemente da cor que se pinta, com a utilização de mais uma máquina (Printing), o tempo total de processamento é igual, uma vez que a distância a ser percorrida é a mesma (125 metros totais da linha).

O único fator que pode provocar alteração do tempo de processo é a velocidade da linha, isto é, quanto mais elevada a velocidade, menor é o tempo de processo. Contudo, existem algumas especificações técnicas que têm obrigatoriamente que serem cumpridas, como o tempo de cura da tinta, isto é, o tempo que a peça demora a passar os túneis UV. Por esse motivo, para cada

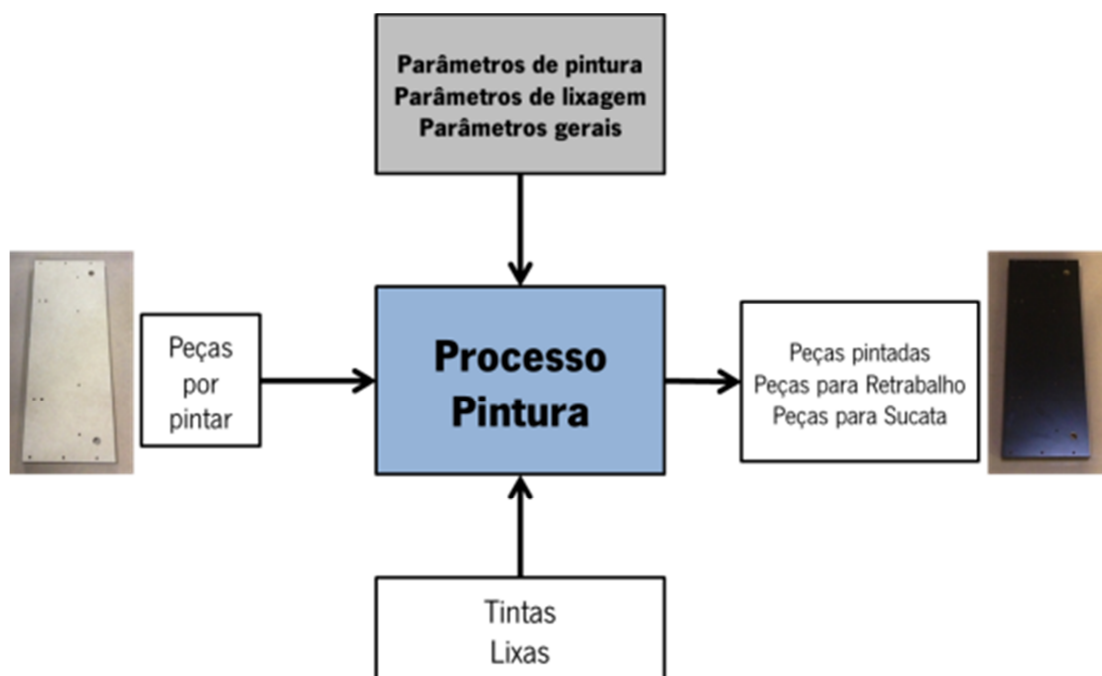
cor, as velocidades mínimas e máximas a que a linha pode trabalhar estão definidas na Tabela 3.

**Tabela 3.** Tabela de velocidades das linhas de pintura

<b>Cor</b>	Velocidade <b>Mínima</b> (m/min)	Velocidade <b>Máxima</b> (m/min)
Black Brown	37	42
White 2	37	45
White 5	37	45
Birch	30	37
Black	37	42

O output do processo da área do Lacquering são as peças pintadas. Porém, caso ocorra algum problema durante o processo, o output também pode ser peças não conformes. Algumas dessas peças podem ser reparadas, isto é, pintadas novamente, sendo consideradas Retrabalho (Rework), outras são peças sem recuperação sendo, por isso, consideradas Sucata (Scrap). No início do projeto, a percentagem de peças para retrabalho e para sucata era de 3,72% e 0,321%, respetivamente.

Assim, resumidamente o processo do Lacquering pode ser ilustrado como apresenta o diagrama da Figura 32.



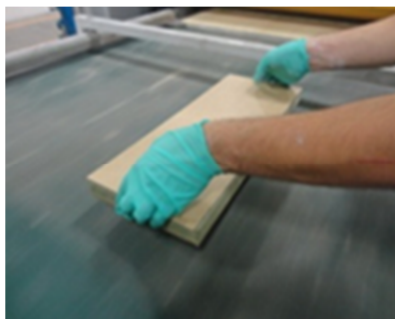
**Figura 32.** Diagrama do processo de pintura

## 4.2. Controlos periódicos ao processo

O processo de pintura, por ser o último processo antes do embalamento, requer alguns cuidados com a sua qualidade final. Para isso são avaliados alguns parâmetros de controlo em controlos periódicos ao longo do processo de pintura. Assim, 3 controlos são realizados frequentemente na linha de pintura: (1) medição da gramagem hora-a-hora; (2) teste grafite (lixagem) de duas em duas horas e (3) controlo da viscosidade de meia em meia hora. Na inspeção são realizados três testes de qualidade: (1) comparação de cor; (2) teste da adesão e (3) controlo do brilho descritos nas secções seguintes.

### 4.2.1. Medição da gramagem

Um dos controlos realizados é a medição da gramagem hora-a-hora que consiste em verificar a quantidade de tinta aplicada por metro quadrado, devendo essa quantidade obedecer às especificações do fornecedor de tinta. Para este controlo, os operadores pesam pequenas placas de HDF antes e depois de aplicarem uma camada de tinta. Para o efeito, e porque a placa só tem 5 mm de espessura, os operadores têm de usar bases com a espessura correta para juntamente com a espessura da placa perfazer a altura dos rolos, Figura 33.

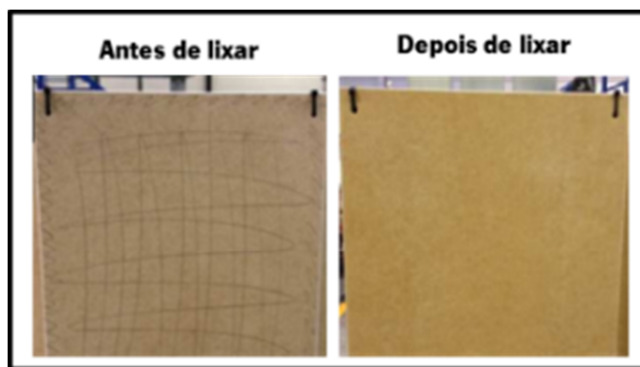


**Figura 33.** Controlo da gramagem

Assim, como as linhas pintam a alturas de 30, 34 ou 50 mm e as placas têm sempre 5 mm de espessura, as bases têm de ter espessuras de 25, 29 e 45 mm, respetivamente.

### 4.2.2. Teste da grafite

Outro controlo periódico realizado é o teste da grafite cujo objetivo é verificar o estado da lixagem. Este controlo é realizado nas duas máquinas de lixar de duas em duas horas e consiste em riscar com um lápis as peças antes de entrarem na máquina e verificá-las à sua saída, Figura 34.



**Figura 34.** Teste da grafite

Se se visualizar grafite significa que o processo de lixagem não está conforme. Nestes casos alteram-se os parâmetros das máquinas, nomeadamente pressões e velocidades das lixas e realiza-se novamente o teste. Se continuar não conforme, procede-se à troca das lixas.

Este controlo é fundamental dado que uma lixagem não conforme provoca vários defeitos de pintura, o que origina bastantes perdas de tempo e desperdício de tinta.

#### **4.2.3. Controlo da viscosidade**

Ainda na linha de pintura é realizado de 30 em 30 minutos o controlo da viscosidade das tintas do Printing (Figura 35), isto é, as tintas à base de água. Para este controlo estão estabelecidos os intervalos de tempo admissíveis e caso estejam fora de controlo, os operadores devem proceder à sua correção, ora adicionando mais tinta, ora adicionando água.



**Figura 35.** Controlo da viscosidade

Com o trabalhar contínuo do rolo aplicador, a tinta tem tendência a aquecer. Como se trata de uma tinta à base de água esta, pela ação do calor, tem tendência a evaporar. É, por isso, bastante importante a realização deste controlo pois, caso contrário, surgem defeitos de pintura associados à mudança das características da tinta.



#### 4.2.4. Controlos de inspeção

Na parte final da linha, mais precisamente no posto da Inspeção são realizados 3 controlos diferentes de qualidade com uma periodicidade horária:

- **Controlo da cor** que consiste na comparação das peças pintadas com uma amostra padrão;
- **Controlo do brilho** que consiste, com a ajuda de um brilhómetro verificar os níveis de brilho;
- **Controlo da adesão** que consiste em verificar se a tinta aplicada descasca.

#### 4.3. Tipos de preparações

Outro aspeto importante a salientar relativamente ao processo produtivo são os setups ou preparações. Nas linhas de pintura existem 4 tipos diferentes de preparações:

- **Cor**, que ocorre quando se pretende trocar a cor do produto, obrigando a trocar as tintas de coloração e acabamento (Bases e Tops), sendo necessário limpar toda a máquina;
- **Referência**, que ocorre quando se troca de referência de produto. Este setup pode originar uma alteração à altura e velocidade da linha, assim como ao tipo de paletização, sendo por isso necessário alterar a programação dos robots de entrada e de saída;
- **Lixas**, que ocorre quando existe a necessidade de trocar de lixas. Na primeira máquina de lixar trocam-se 4 lixas, enquanto na segunda apenas se trocam 2 lixas.
- **Altura de linha**, que ocorre sempre que é necessário alterar a altura das máquinas de pintar e de lixar, não sendo necessárias alterações nos parâmetros dos robots de entrada e saída.

A Tabela 4 mostra o tempo despendido e o número de preparações no início do projeto, isto é, no mês de Fevereiro.

**Tabela 4.** Tempo despendido e número de preparações realizadas no mês de Fevereiro

Preparação	Tempo (min.)	Frequência de realização (mês)
Cor	13,58	26
Referência	3,42	814
Lixas	3,17	83
Altura da linha	4,67	82

#### 4.4. Descrição dos parâmetros de produção

Apesar da tecnologia de pintura ser teoricamente simples, isto é, pintar o elemento com a cor desejada através de várias camadas de tinta, o processo é bastante complexo devido aos parâmetros de produção.

Estes parâmetros, como mostra a Tabela 5, podem ser divididos em 3 grupos: (1) **parâmetros de lixagem** (das máquinas de lixar – Heesemann); (2) **parâmetros de pintura** (das máquinas de pintar) e (3) **parâmetros gerais** relacionados com os túneis UV e outros parâmetros da linha.

**Tabela 5.** Parâmetros de produção - Lacquering

Parâmetros de Lixagem	Parâmetros de pintura	Parâmetros Gerais
Número de Lixas	Velocidade do rolo Aplicador	N.º de Lâmpadas UV ligadas
Grão da Lixa	Velocidade do rolo Espatulador	Altura da última lâmpada UV
Velocidade da Lixa	Altura do rolo Aplicador	Potência da última lâmpada UV
Pressão da lixa na peça	Altura do rolo Espatulador	Espaçamento entre peças
Distância de lixagem	Pressão das bombas	Velocidade da linha
% de pressão nos cantos da peça	Modalidade de Pintura	Tempo de Cura
Pressão de aperto das lixas	Temperatura da Tinta	Energia Total das lâmpadas UV
Vácuo do tapete	Quantidade de tinta aplicada (gr/m²)	Energia de Pico das lâmpadas UV
Velocidade das escovas	Viscosidade da Tinta	
Altura das escovas	Densidade da Tinta	

O controlo destes parâmetros torna-se imprescindível para uma boa pintura, dado que pequenas alterações podem descontrolar todo o processo. De entre os parâmetros definidos na tabela alguns podem ser considerados como críticos, uma vez que estão diretamente associados à qualidade final do produto. A pressão de lixagem, a velocidade da lixa e as velocidades e alturas dos rolos de tinta são exemplos desses parâmetros críticos.

## 4.5. Análise crítica e identificação de problemas

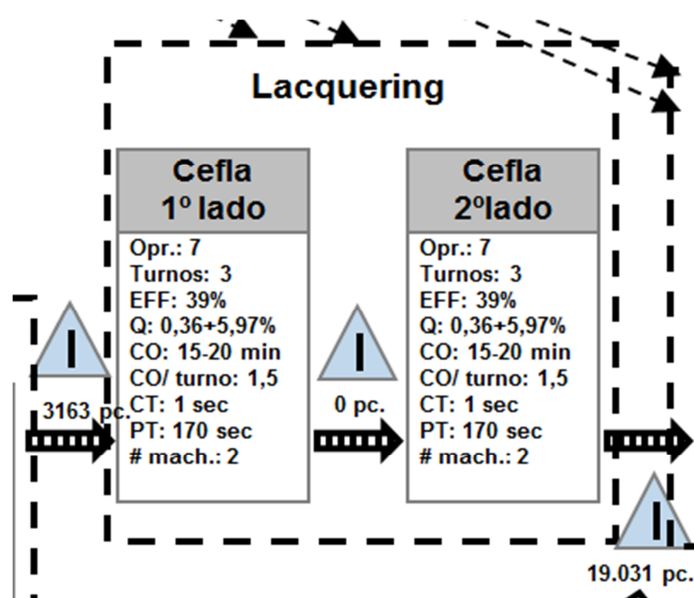
A observação da área de pintura, a análise de documentação existente e a discussão permanente com os responsáveis pelo processo, o responsável pela área e operadores permitiu constatar a existência de vários problemas na área. Deste modo, procedeu-se a uma análise crítica dessa área, analisando-se a cadeia de valor, as paragens ocorridas, os tempos de preparações e os métodos utilizados.

### 4.5.1. VSM para o produto mais produzido - Micke Desk 105x50

O VSM foi desenhado analisando todo o processo produtivo do artigo Micke Desk 105x50 dado que é um produto pertencente à família com maior volume produção, como confirma a análise ABC aos produtos produzidos (Anexo 3).

O VSM geral, relativo a toda a fábrica Lacquering & Print, encontra-se representado no Anexo 4. Como se pode observar no VSM, a relação do tempo de execução de atividades que acrescentam valor ao produto em relação ao tempo total de produção é muito baixo, apenas 0,18%, o que leva à conclusão que a maior parte do tempo despendido na produção são de atividades que não acrescentam valor. Pelo VSM é possível perceber que 99,82% do tempo total é tempo em que os produtos estão em *stock*, quer intermédio, quer em stock final.

Como esta dissertação é sobre a área de pintura (Lacquering), fez-se uma análise mais detalhada do VSM nesta área de produção, apresentando-se o extrato desse VSM para esta área na Figura 36.



**Figura 36.** Extrato VSM referente à área de produção Lacquering

Pela figura anterior é possível perceber, por um lado a baixa eficiência que as linhas de pintura possuem ( $EFF = 39\%$ ) e, por outro, a alta taxa de retrabalho ( $Q = 6,33\%$ ), sendo que desses,  $0,36\%$  é sucata. Para além disso, os tempos médios de preparação (CO) são também muito elevados, situando-se entre os 15 e os 20 minutos.

Estes três indicadores são afetados por três grandes problemas relacionados com a normalização: falta de normalização nos processos e nos parâmetros de produção e falta de método na resolução de problemas. Como os **processos não estão normalizados**, ou seja, como não existe um método definido para a execução das tarefas, verificou-se uma grande variabilidade na execução das tarefas afetando a eficiência destas.

A **falta de normalização dos parâmetros de produção** possibilita aos operadores utilizarem parâmetros distintos, o que afeta negativamente o indicador da qualidade dado que os defeitos surgem com maior frequência. Por sua vez a eficiência também é afetada, uma vez que defeitos de qualidade podem obrigar à paragem da linha.

Ainda relativamente ao indicador da qualidade este é afetado pela **falta de método na resolução dos problemas**, isto é, verificou-se que o mesmo problema é resolvido de diferentes formas pelas diferentes equipas de trabalho. Esta situação, caso tentem resolver o problema com a linha em funcionamento, pode afetar a quantidade de produtos não conformes, dado que, quanto mais tempo demora a resolução do problema, mais produtos não-conformes são processados. Por outro lado, afeta a eficiência caso resolvam os problemas com a linha parada pois, quanto mais tempo a linha estiver parada, mais afetada é a eficiência.

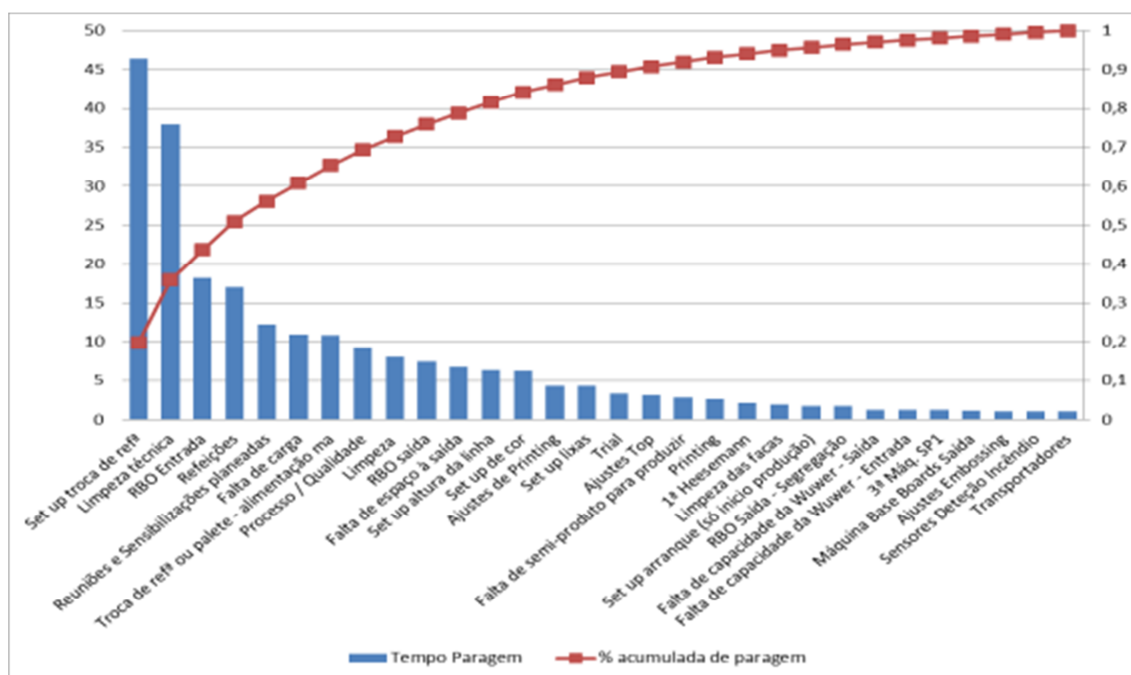
#### 4.5.2. Tipo de paragens

A eficiência na Swedwood, tal como já foi referido anteriormente, é calculada através do produto entre a Disponibilidade e a Performance. Relativamente ao indicador Disponibilidade, este é afetado principalmente pelos setups (SET), paragens planeadas (PP) e paragens para refeições, uma vez que as avarias (AV) não são significativas, como se pode comprovar pelos dados referentes às paragens do mês de Fevereiro de 2012 (início do projeto), Tabela 6.

**Tabela 6.** Tempos de paragem (Fevereiro)

<b>Tipo Paragem</b>	<b>Descrição da Paragem</b>	<b>T. Paragem (h)</b>
SET	Set up troca de ref <sup>a</sup>	46,46
PP	Limpeza técnica	38,00
ANF	RBO Entrada	18,21
POQ	Refeições	17,00
PP	Reuniões e Sensibilizações planeadas	12,22
PP	Falta de carga	10,99
POQ	Troca de ref <sup>a</sup> ou palete - alimentação ma	10,88
POQ	Processo / Qualidade	9,26
POQ	Limpeza	8,08
ANF	RBO saída	7,51
POQ	Falta de espaço à saída	6,77
SET	Set up altura da linha	6,37
SET	Set up de cor	6,24
POQ	Ajustes de Printing	4,43
SET	Set up lixas	4,38
PP	Trial	3,42
POQ	Ajustes Top	3,23
POQ	Falta de semi-produto para produzir	2,85
AV	Printing	2,67
ANF	1 <sup>a</sup> Heesemann	2,17
POQ	Limpeza das facas	1,98
SET	Set up arranque (só início produção)	1,83
POQ	RBO Saída - Segregação	1,75
POQ	Falta de capacidade da Wuwer - Saída	1,31
POQ	Falta de capacidade da Wuwer - Entrada	1,27
AV	3 <sup>a</sup> Máq. SP1	1,25
ANF	Máquina Base Boards Saída	1,2
POQ	Ajustes Embossing	1,12
POQ	Sensores Detecção Incêndio	1,07
ANF	Transportadores	1,05
<b>Tempo de Paragem Total (horas)</b>		<b>234,97</b>
<b>Tempo Útil Total (horas)</b>		<b>952,00</b>
<b>% Tempo De Paragem</b>		<b>24,7%</b>

Como se pode observar pelo gráfico de Pareto construído a partir dos dados da tabela anterior, Figura 37, cerca de 40% do tempo de paragens resulta dos setups de referências e da limpeza técnica.



**Figura 37.** Gráfico de Pareto das principais causas de paragem e respetivo tempo (Fevereiro)

A limpeza técnica foi introduzida pela Swedwood com o nome de Manutenção de 1ª Nível e tem como principal objetivo fazer uma manutenção preventiva dos equipamentos. Esta manutenção é realizada pelos operadores da área que se apoiam numa *checklist* criada pelo departamento da Manutenção, de modo a consultarem os principais pontos a verificarem em cada equipamento e tem uma duração diária de 30 minutos.

Uma das principais atividades desta manutenção é a limpeza interior das máquinas de lixar para a remoção do serrim e pó acumulados. Para o efeito usam pistolas de ar comprimido. Neste aspeto foi detetado um problema nas pistolas, uma vez que estas não tinham comprimento suficiente para chegarem a todos os locais das máquinas, ficando deste modo as máquinas com alguma sujidade podendo causar uma má lixagem e consequentemente defeitos de pintura. Todos os dias, ambas as linhas de pintura devem parar este tempo para procederem a esta limpeza técnica.

Um outro problema identificado que provoca tempos de paragem longos são as substituições dos rolos de pintura quando estes estão danificados. Por observação, verificou-se que em alguns casos os rolos foram danificados no momento em que se procedeu ao controlo da gramagem. A causa para este problema consistia na troca da base a ser utilizada, principalmente a base para uma altura de 30 e 34 mm, dado que visualmente a diferença era quase nula. Nestes casos, se a linha estivesse a uma altura de 30 mm e a base utilizada fosse a de 34 mm o rolo, ao exercer

a pressão, ficava com uma marca que se traduzia em defeitos de pintura sendo necessário a sua substituição.

Quanto ao indicador da Performance, o seu baixo valor era justificado pelo número das pequenas paragens (ANF), pela redução da velocidade da linha e pelo grande espaçamento entre as peças na linha.

Pela análise da tabela anterior (Tabela 6), é possível constatar que a primeira causa de anomalia ao funcionamento (ANF) é originada pelo RBO de Entrada, sendo que neste equipamento pequenas paragens ocorriam com muita frequência. Sempre que ocorriam estas paragens era necessário fazer um “zero” à máquina que consistia em colocar manualmente o braço ao centro para que o programa assumisse as coordenadas corretas. Como o operador se encontrava numa posição lateral face ao centro da máquina demorava, por vezes, algum tempo até conseguir colocar o braço do robot ao centro.

A segunda principal causa de anomalias eram as microparagens do RBO de Saída causadas principalmente pela leitura dos sensores. Este erro ocorria quando as peças iam sobrepostas para a área de trabalho do RBO. Esta situação ocorria no posto de inspeção quando as operadoras tinham de segregar uma peça não conforme e no seu lugar colocar uma peça conforme de modo a garantir uma correta paletização. Por vezes, ao colocarem a peça de substituição esta ficava sobreposta.

#### **4.5.3. Instabilidade do processo de pintura**

O indicador de Qualidade na Swedwood é considerado como um indicador de desempenho independente. Na área de produção do Lacquering esta medida assumia valores considerados bastante baixos ou, por outro lado, podia-se afirmar que a taxa de não qualidade (Retrabalho ou Rework) era bastante elevada. Isto devia-se ao facto de muitos defeitos de produção do produto só serem detetados quando os elementos fossem pintados. Contudo, a falta de método e a instabilidade do processo eram também fatores muito relevantes que contribuíam para uma elevada taxa de retrabalho.

No processo de pintura são vários os tipos de defeitos que podem ocorrer dependendo da causa raiz. Por exemplo, irregularidades na superfície da peça e má aplicação de produto de enchimento provocam o defeito denominado “casca de laranja” cujo aspeto está representado na Figura 38.



**Figura 38.** Defeito "Casca de Laranja"

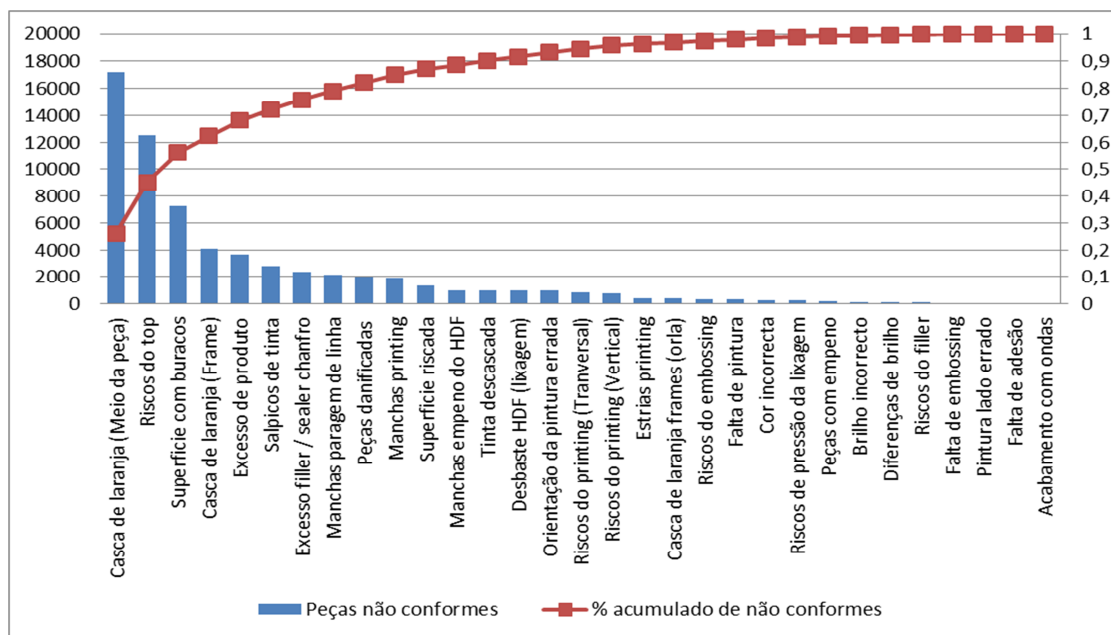
Na Tabela 7 observam-se os vários defeitos ocorridos nas linhas de pintura e qual o seu peso total.

**Tabela 7.** Número de peças com defeitos (Fevereiro)

Descrição do Defeito	Número de peças com defeito
Casca de laranja (Meio da peça)	17165
Riscos do top	12484
Superfície com buracos	7242
Casca de laranja (Frame)	4095
Excesso de produto	3683
Salpicos de tinta	2776
Excesso filler / sealer chanfro	2365
Manchas paragem de linha	2135
Peças danificadas	2025
Manchas printing	1901
Superfície riscada	1352
Manchas empeno do HDF	1002
Tinta descascada	1004
Desbaste HDF (lixagem)	1010
Orientação da pintura errada	1006
Riscos do printing (Transversal)	878
Riscos do printing (Vertical)	787
Estrias printing	399
Casca de laranja frames (orla)	396
Riscos do embossing	345
Falta de pintura	327
Cor incorreta	295
Riscos de pressão da lixagem	292
Peças com empeno	202
Brilho incorreto	116
Diferenças de brilho	127
Riscos do filler	127
Falta de embossing	79
Pintura lado errado	30
Falta de adesão	30
Acabamento com ondas	20
<b>Total</b>	<b>65695</b>



Como se pode observar pelo gráfico de Pareto construído a partir dos dados da tabela, Figura 39, verifica-se que os defeitos “Casca de Laranja (Meio da Peça) ” e “Riscos de Top” correspondem a cerca de 50% dos defeitos observados.



**Figura 39.** Gráfico de Pareto dos principais defeitos e respetiva ocorrência

Tal como referido anteriormente, o defeito “Casca de Laranja” era causado, na maioria das vezes, pela irregularidade da superfície, sendo que este problema deve ser resolvido na área de produção responsável pelo painel (Frames & ColdPress).

Porém, a ocorrência defeito “Riscos do Top” apenas se devia à instabilidade do processo de pintura. Este defeito era causado essencialmente pela pressão excessiva do rolo nas peças, pelo estado do rolo ou pelo mau estado dos raspadores. Nesta máquina, como o rolo de borracha é mais sensível, era necessário ter um maior cuidado nos raspadores de borracha utilizados, uma vez que existiam duas dimensões possíveis (40 e 50 mm), sendo que a utilização de raspadores de 40 mm podia danificar o rolo uma vez que exercia maior pressão sobre este. É então importante garantir que os raspadores utilizados têm as dimensões corretas.

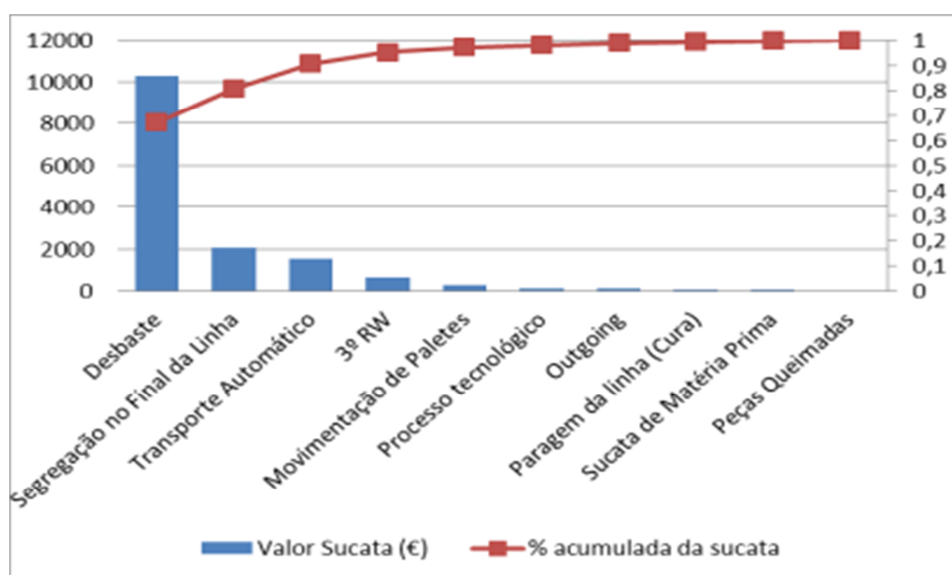
Para além disso era importante garantir raspadores preparados, não só de 50 mm como também de 40 mm para as restantes máquinas, para entrarem em produção caso algum dos que estivesse em funcionamento ficasse danificado, reduzindo deste modo o tempo de paragem das linhas.

Ainda relativamente à instabilidade do processo esta devia-se, em grande parte, aos vários parâmetros controláveis do processo. Muitas vezes, por descuido ou falta de conhecimento dos

operadores, valores de parâmetros incorretamente utilizados traduziam-se na produção de produtos não-conformes, o que contribuía para a elevada taxa de retrabalho. Este ponto mereceu especial cuidado devido à sensibilidade de vários parâmetros, como a temperatura das tintas, pressões e altura dos rolos nas peças, pressão e velocidade das lixas, entre outros.

A estabilidade do processo, principalmente nas máquinas de lixar é bastante importante, uma vez que demasiada pressão das lixas pode causar desbaste nas peças. Este tipo de defeito não pode ser resolvido sendo que todas as peças que sejam desbastadas são consideradas sucata.

Ainda no que diz respeito ao indicador de sucata, este apresentava valores elevados para a Swedwood, sendo que as principais causas eram o desbaste, a segregação no final da linha e o transporte automático, como se observa no gráfico de Pareto representado na Figura 40.



**Figura 40.** Gráfico de Pareto das principais causas de sucata e respetiva ocorrência

Contudo, o desbaste destaca-se das restantes causas, pois representava cerca de 90% do valor de sucata.

#### 4.5.4. Problemas nas preparações

Os setups, embora necessários, eram considerados como a causa principal para a baixa Disponibilidade verificada. Este problema devia-se, não só ao tempo do setup em si, como também ao número de vezes que eram realizados (secção 4.3). Nas secções seguintes são explicados os problemas inerentes às preparações.

#### **4.5.4.1. Tempo elevado na preparação de cor**

No caso da área do Lacquering, o setup mais problemático relativamente ao tempo era o setup de cor que consiste na troca de uma cor para outra. Esta troca consiste na limpeza das máquinas de pintura para se retirar a tinta anteriormente aplicada e carregamento das máquinas com as novas tintas a serem utilizadas.

Este setup demorava, em média, cerca de 15 a 20 minutos. Este elevado tempo de setup era justificado, em grande parte, pela necessidade de limpeza geral das máquinas que requer que a tinta seja retirada, a máquina e os rolos limpos e o carregamento com a nova tinta. Mas outro fator que contribuía para este elevado tempo era a falta de método, uma vez que se verificavam diferenças significativas deste tempo entre equipas de trabalho.

Para além disso, era também necessário limpar os caleiros, que muitas vezes tinham bastante tinta acumulada como ilustra a Figura 41.



**Figura 41.** Acumulação de tinta nos caleiros

#### **4.5.4.2. Elevado número de preparações de troca de referência**

Quanto ao setup mais problemático, relativamente ao número de vezes com que ocorria, era o setup de troca de referência. Este setup, cuja duração era de, em média, 3,42 minutos ocorria sempre que se trocasse a referência do produto a pintar. O tempo deste setup é controlado pelo tempo de ajuste das guias de orientação ao longo da linha que permitem mantê-las alinhadas durante todo o processo de pintura. Neste setup é também necessário proceder à alteração do programa do robot de saída, isto é, cada referência tem um programa de paletização associado, sendo por isso obrigatório alterá-lo sempre que se proceda à troca de referência.

Enquanto o programa de RBO era alterado pelo operador, o operador de linha ajustava as guias de orientação que se encontravam ao longo desta. Dependendo da largura das peças e do

número de peças por fila, estas guias deviam ser ajustadas de modo a ficarem folgadas das peças 1 cm.

Durante a realização deste setup verificava-se que os operadores demoravam demasiado tempo (3,42 minutos num total de 814 preparações correspondem a cerca de 46 horas por mês) a ajustar as guias de orientação dado que estas estavam apertadas com parafusos para os quais era necessário uma chave própria para desapertar, ajustar e voltar a apertar.

#### **4.5.4.3. Elevado número de preparações de altura de linha**

Para além dos setups anteriores, existe um outro setup, o setup de altura da linha, que ocorre quando a área de produção anterior (EdgeBand) realiza testes nas linhas de pintura do Lacquering. O teste, que ocorre de 2 em 2 horas, consiste em verificar se a orla colocada nos produtos está dentro dos limites especificados para a altura e, uma das maneiras de verificar é pintando um elemento para comprovar. Este teste, caso as linhas de pintura estejam a pintar elementos com uma altura de 50 mm e a peça a ser testada apenas tem 30 mm de altura obriga a que toda a linha seja colocada a 30 mm, isto é, obriga a baixar a altura dos rolos e das lixas. Este setup tem uma duração entre 3 e 4 minutos e realiza-se, em média, 80 vezes por mês, correspondendo a um total de cerca de 5 horas por mês.

Sempre que se alterava a altura da linha para a realização deste teste executavam-se tarefas que não acrescentavam valor à pintura (tarefas de alterar a altura da linha, isto é, subir ou descer a altura dos rolos de pintura e das lixas), dado que o principal interessado no teste era a EdgeBand. Como não é possível diminuir o tempo de setup, uma vez que a altura dos rolos e das lixas é ajustada automaticamente, era importante tentar reduzir este número de setups.

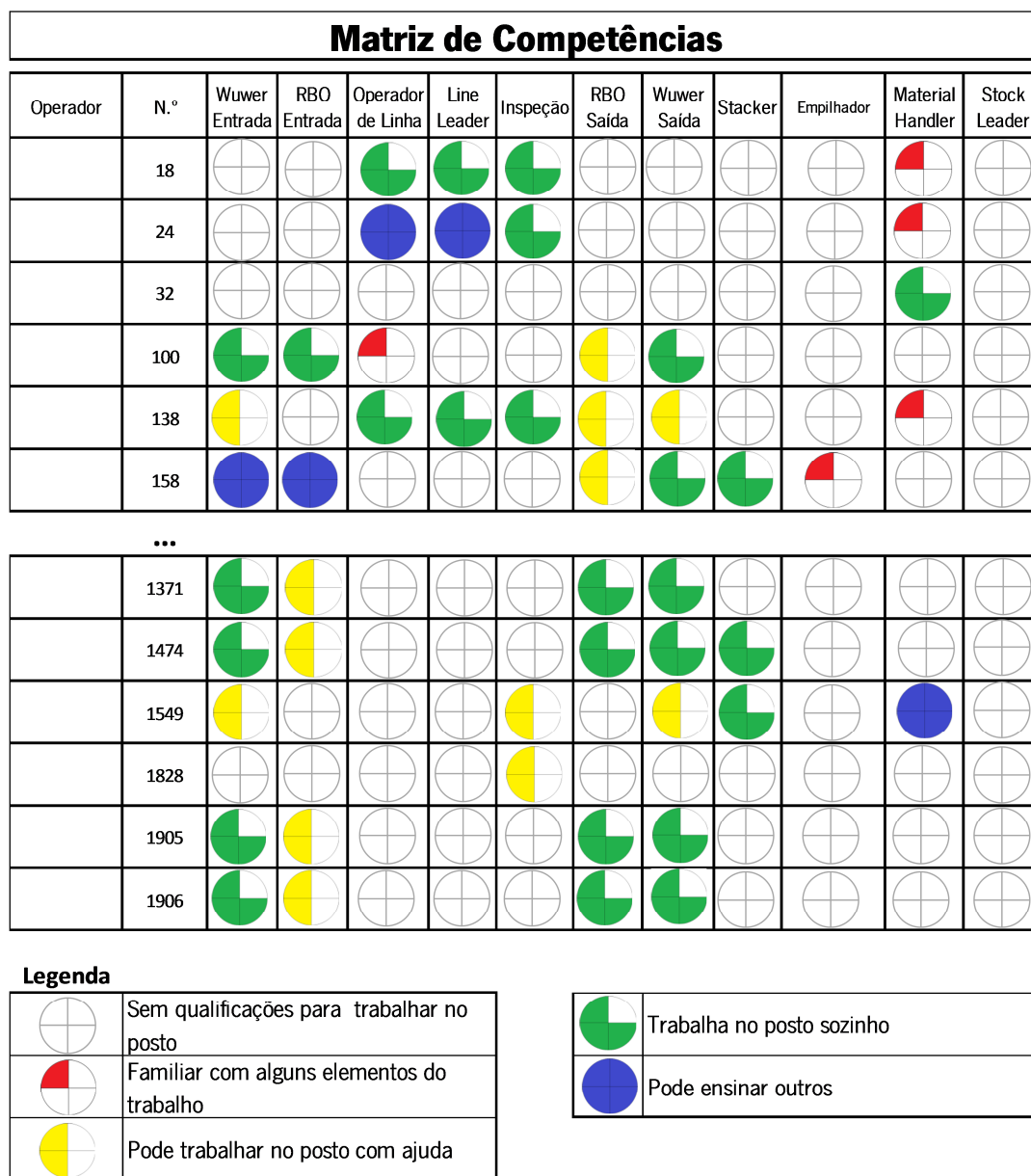
#### **4.5.5. Falta de polivalência**

Um outro problema detetado na área do Lacquering era a falta de polivalência dos operadores. A falta de polivalência era detetada principalmente entre os operadores que se encontravam à entrada e saída das linhas de produção, isto é, cada linha tinha apenas um operador com conhecimentos para laborar, sem qualquer problema, no RBO de entrada e outro no robot de saída.

Esta falta de polivalência tornava-se mais grave quando uma das principais causas das pequenas paragens são os erros do robot de entrada. Nestas situações, sempre que algum operador do

RBO faltasse, o operador que o substitua não possuía conhecimentos suficientes para resolver as pequenas paragens no mínimo tempo possível, o que afetava o indicador de Performance.

A falta de polivalência pode ser constatada na matriz de competências desenvolvida nesta dissertação, representada na Figura 42 e que se encontra completa no Anexo 5.



**Figura 42.** Matriz de competências dos operadores da área de produção Lacquering (Fevereiro)

#### 4.5.6. Falta de identificação e organização das tintas

No abastecimento de tintas para as linhas de produção foram detetadas algumas não conformidades que se traduziram no desperdício de matérias-primas. A primeira não conformidade foi a não identificação das matérias-primas, quer das que chegam do fornecedor, quer daquelas que foram utilizadas e, após troca de cor, foram novamente armazenadas.

Relativamente aquelas que eram novamente armazenadas, por serem visualmente semelhantes e não estarem devidamente identificadas, foram misturadas com outras. Estas tintas, por não poderem voltar a ser utilizadas tiveram que ser sucataadas.

Outra não conformidade verificada foi o incumprimento da ordem FIFO, ou seja, por vezes, as matérias-primas que chegavam primeiro, não eram as primeiras a serem utilizadas. Pelo facto das tintas terem prazo de validade, isto provocou que algumas tintas ficassem fora de prazo e, por conseguinte, tivessem que ser sucataadas.

#### 4.5.7. Falta de limpeza e desorganização da área

Quando este projeto foi iniciado, a Swedwood Portugal já tinha a ferramenta 5S implementada. Os operadores tinham tido formação acerca desta ferramenta e faziam-se auditorias às áreas de produção atribuindo-lhes uma pontuação de 0 a 100. Como se pode ver na Tabela 8, a pontuação atribuída à área do Lacquering é medíocre, o que demonstra que os operadores podiam não ter o conceito dos 5S interiorizado, não percebendo quais as vantagens que isso lhes poderia trazer.

**Tabela 8.** Classificação 5S da área de produção

Mês	Setembro	Novembro	Janeiro
Pontuação	70	55	72

No que dizia respeito à arrumação e organização geral da área de pintura, pode-se afirmar que estava moderadamente arrumada e limpa apesar da dificuldade em mantê-la limpa devido ao uso de tintas. Quanto à sua organização, verificou-se que existiam locais que não estavam devidamente marcados o que originava, por um lado, perdas de tempo à procura de ferramentas e, por outro, trocas de materiais e de acessórios. Para além disso, a colocação de matérias como tintas em locais não apropriados podia condicionar a segurança dos operadores e condicionar também o processo produtivo.

#### 4.6. Medidas de desempenho Lacquering VS Globais (BOF)

No início deste projeto de dissertação na Swedwood e, em particular na área do Lacquering, as medidas de desempenho assumiam os valores presentes na Tabela 9 que foram sendo apresentados e discutidos ao longo das secções anteriores.

**Tabela 9.** Valores dos indicadores de desempenho (Fevereiro)

<b>Fevereiro 2012</b>		
<b>Indicador</b>	<b>Lacquering</b>	<b>Fábrica BOF</b>
<b>Eficiência (%)</b>	43	83
<b>Retrabalho (%)</b>	3,72	1,7
<b>Sucata (%)</b>	0,321	0,23
<b>Setup Cor</b> (minutos e frequência)	13,58	n/a
	26	
<b>Setup Referência</b> (minutos e frequência)	3,42	n/a
	814	
<b>Setup Lixas</b> (minutos e frequência)	3,17	n/a
	83	
<b>Setup Altura da linha</b> (minutos e frequência)	4,67	n/a
	82	
<b>Horas Extra (%)</b>	8,77	3,12

Pela análise da tabela é possível perceber que a área de produção do Lacquering tinha uma eficiência bastante inferior ao global da fábrica. Pode até afirmar-se que a eficiência do Lacquering afeta negativamente o valor da eficiência global.

O indicador de Retrabalho (Rework) era bastante elevado na área do Lacquering, o que levava à conclusão que o processo de pintura não estava estabilizado, originando uma percentagem elevada de outputs não conformes. O mesmo se pode afirmar em relação ao indicador da Sucata (Scrap), que permitia concluir que muitos elementos são danificados.

Quanto aos setups realizados, verificou-se que o setup de cor, apesar de realizado poucas vezes (26 vezes) tinha um maior tempo de duração. Por outro lado, o setup de referência, embora fosse rápido, ocorria muitas vezes (814 vezes).

Relativamente às Horas-Extra, o Lacquering apresentava um valor quase três vezes maior que o valor global da fábrica. Este facto era explicado pelas intervenções durante o fim de semana realizadas nas máquinas de pintura como limpezas e calibrações.

#### 4.7. Síntese dos problemas encontrados

A Tabela 10 sintetiza os problemas encontrados na área de pintura, separando-os pelas categorias Man, Machines, Method, Measurement, Management e Environment (5M1E).

**Tabela 10.** Problemas da área de pintura, organizados pelas categorias 5M1E

<b>Categoria</b>	<b>N.º Prob.</b>	<b>Problema</b>	<b>Consequência/Tipo de Desperdício</b>
Man/ Management	<b>1</b>	Processos produtivos não normalizados	Baixa Performance Processamento incorreto Elevada taxa de retrabalho (defeitos)
Method	<b>2</b>	Parâmetros de produção não normalizados	Processamento incorreto Elevada taxa de retrabalho (defeitos) Elevada taxa de Sucata
Method	<b>3</b>	Falta de método na resolução de problemas	Elevada taxa de retrabalho (defeitos) Demasiado tempo a resolver o problema Métodos diferentes na resolução do mesmo problema
Machine	<b>4</b>	Má limpeza das máquinas de lixar	Processo de lixagem não conforme Defeitos Processamento incorreto
Man/ Measurement	<b>5</b>	Riscos do Top (provocado pelos rolos danificados)	Elevada taxa de retrabalho (defeitos) Custos com rolos Avarias (Baixa Disponibilidade)
Man/ Materials	<b>6</b>	Riscos do Top (provocado pelos raspadores incorretos)	Rolos danificados (Custo com rolos) Elevada taxa de retrabalho (defeitos) Avarias (Baixa Disponibilidade)
Machine	<b>7</b>	Microparagens RBO de Entrada	Baixa Performance Movimentações desnecessárias
Machine	<b>8</b>	Microparagens RBO de Saída	Baixa Performance Movimentações desnecessárias
Method	<b>9</b>	Elevado tempo do setup de Cor	Baixa Disponibilidade
Machine	<b>10</b>	Elevado número de setups de Ref. <sup>a</sup>	Baixa Disponibilidade
Method	<b>11</b>	Elevado n.º de setups de Altura	Baixa Disponibilidade
Management/ Man	<b>12</b>	Falta de polivalência	Baixa performance
Management	<b>13</b>	Falta de identificação nas latas de tintas usadas que eram novamente armazenadas	Mistura de tintas Tinta inutilizável (Desperdício) Defeitos de pintura Custos extra com tintas
Man / Method	<b>14</b>	Não cumprimento da ordem FIFO das matérias-primas	Material fora de validade Desperdícios de matérias-primas (Sucata)
Man	<b>15</b>	Materiais e acessórios misturados	Deslocações desnecessárias Tempo despendido desnecessariamente





## **5. APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA**

Neste capítulo são apresentadas propostas de melhorias para os problemas encontrados. Estas propostas visam alcançar o objetivo geral do trabalho, isto é, a normalização da área de pintura. Como tal, as propostas encontram-se divididas em três secções que seguem uma sequência lógica de implementação e de complexidade.

A primeira secção apresenta propostas que pretendem viabilizar a normalização sendo, por isso, designada de pré-normalização. Estas propostas são, maioritariamente, a aplicação de ferramentas Lean que permitem a arrumação e identificação de materiais. Para além disso procura-se propor soluções para melhorar os tempos de setup. Asseguradas as bases, propõe-se na segunda secção a normalização da área de produção, quer ao nível do processo produtivo, quer em relação aos parâmetros de produção. De seguida, na terceira secção, são apresentadas algumas melhorias que apenas são possíveis depois da normalização e que permitem uma redução de custos na área em estudo.

Para ser mais fácil relacionar a proposta com o problema apresentado no capítulo anterior, elaborou-se um plano de ações, recorrendo à técnica 5W2H, apresentado na Tabela 11 para ações que permitam estabilizar o processo e na Tabela 12 para ações relativas à normalização e pós-normalização.

**Tabela 11.** Plano de ações das propostas de Pré-normalização sugeridas, recorrendo aos 5W2H

Etapa	What (o quê?)	Why (por quê?)	Who (quem?)	Where (onde?)	When (quando?)	How (como?)	How much (quanto custa?)
<b>Pré Normalização</b>	Aquisição de 4 pistolas de ar comprimido com 20 metros de mangueira	Para chegarem a todos os locais das máquinas de limpeza <b>(Problema 4)</b>	Depart. Técnico	Junto das máquinas de lixar	Mai. – Jun.	Aquisição a fornecedor externo	945 €
	Marcação das bases para medição de gramagens	Porque se a base tiver a altura errada danifica os rolos <b>(Problema 5)</b>	Responsável de Área	Nas bases das gramagens	Fevereiro	Marcação com tinta	0 €*
	Sistema Poka-Yoke para os raspadores de borracha	Uso do raspador errado danifica o rolo <b>(Problema 6)</b>	Depart. Técnico	Todos os raspadores	Fev. – Mar.	Criação de sistema saliente que apenas permite o encaixe do raspador apropriado	0 €*
	Marcação do centro do braço do RBO de entrada	Para facilitar a colocação do braço ao centro <b>(Problema 7)</b>	Responsável de Área	RBOs de entrada	Março	Marcação com fita	0 €*
	Poka-Yoke limitador de altura	Evitar paragens do RBO de saída devido à sobreposição de peças <b>(Problema 8)</b>	Manutenção	RBOs de saída	Março	Colocação de estrutura com limitação de altura a 55 mm	0 €*
	2 Acessórios para limpar caleiros das máquinas	Para evitar entupimento dos caleiros das máquinas e facilitar o setup de cor <b>(Problema 9)</b>	Depart. Técnico	Máquina do Filler e Sealer	Março	Aquisição a fornecedor externo	23 € (cada)
	Substituição de parafusos por apertos rápidos nas guias de orientação	Para minimizar o tempo do setup de referência <b>(Problema 10)</b>	Depart. Técnico	Todas as guias orientadoras ao longo da linha	Abril	Aquisição a fornecedor externo	396 € (total)

Etapa	What (o quê?)	Why (por quê?)	Who (quem?)	Where (onde?)	When (quando?)	How (como?)	How much (quanto custa?)
<b>Pré-Normalização (cont.)</b>	Criação de estrutura para evitar alterar a altura da linha quando se realizam testes da EdgeBand	Sempre que se realizam estes testes, se a altura da peça for diferente da altura da linha, obriga a alterar a altura de toda a linha <b>(Problema 11)</b>	Depart. Técnico	Junto dos RBOs de entrada	Maio	Aquisição a fornecedor externo	532 €
	Criação de etiquetas coloridas para identificação das latas de tinta de diferentes cores	Como as tintas são visualmente semelhantes, corre-se o risco de serem misturadas ficando inutilizáveis <b>(Problema 13)</b>	Responsável de Área	Todas as latas	Março	Criação de etiquetas com diferentes cores	0 €*
	Criação de etiqueta de identificação de Matérias-Primas e colocação da ordem FIFO	Ordem FIFO não respeitada (Tintas fora de validade) <b>(Problema 14)</b>	Responsável de Área	À chegada das matérias-primas	Fevereiro	Criação da etiqueta com informações relevantes	0 €*
	Marcação e organização de materiais e acessórios	Desorganização e mistura de diferentes materiais <b>(Problema 15)</b>	Responsável de Área	Toda a área de produção	Mar. – Abr.	Marcação e identificação dos espaços apropriados para cada acessório	0 €*

\* Assumiu-se um custo desprezável para estas propostas por serem realizadas internamente.

**Tabela 12.** Plano de ações para as propostas de Normalização e Pós-Normalização sugeridas, recorrendo aos 5W2H

Etapa	What (o quê?)	Why (por quê?)	Who (quem?)	Where (onde?)	When (quando?)	How (como?)	How much (quanto custa?)
<b>Normalização</b>	Normalização dos Processo Produtivo	Devido às diferentes formas como a mesma tarefa é executada <b>(Problema 1)</b>	Depart. Técnico	Todos os postos de trabalho	Mai. – Jun.	Observação das tarefas executadas, medição dos tempos e criação de documentação e formar operadores	0 €*
	Normalização dos Parâmetros de Produção	Para a produção dos mesmos produtos, equipas diferentes utilizam diferentes parâmetros de produção <b>(Problema 2)</b>	Depart. Técnico	Todos os postos de trabalho	Mai. – Jun.	Recolha de dados (Valores dos Parâmetros) para todos os produtos nos 3 turnos, documentar parâmetros e formar operadores	0 €*
	Criação de método para resolução de problemas (Defeitos)	O mesmo problema é resolvido de diferentes formas pelas diferentes equipas <b>(Problema 3)</b>	Depart. Técnico	Defeitos mais frequentes	Mai. – Jun.	Encontrar causas raízes e observar os métodos de resolução. Criar procedimento de resolução e formar operadores	0 €*
<b>Pós-Normalização</b>	Alteração de Layout	Redução de custos com pessoal		Postos de Abastecimento de Materiais (Wuwers)	A definir	Realização de estudo de tempos	Espera de orçamento
	Redução da gramagem de tinta aplicada	Redução de custos com matérias-primas		Linhas de Pintura		Estudo dos consumos de tinta	0 €*

\* Assumiu-se um custo desprezável para estas propostas por serem realizadas internamente.

## **5.1. Pré-normalização**

Nesta secção apresentam-se algumas propostas de melhoria cujo objetivo é fornecer as bases necessárias para a normalização. A normalização do trabalho só é possível caso o processo esteja minimamente estabilizado. Desta forma, as propostas apresentadas pretendem garantir que, na área de produção, tudo está devidamente arrumado e identificado, de modo a que todos os operadores saibam onde encontrar o que procuram no menor tempo possível.

### **5.1.1. Aplicação dos 5S**

Relativamente aos 5S, a primeira proposta consiste numa nova formação dos colaboradores onde são lembrados os 5S e dar especial atenção às vantagens da sua aplicação. É também importante sensibilizá-los para a importância da utilização em contínuo desta ferramenta, de modo a criar rotinas para a limpeza e organização da área de produção.

Outra sugestão que se apresentou foi o envolvimento dos operadores nas ações dos 5S, isto é, depois de se saberem os resultados de uma auditoria é elaborado um plano de ações para posteriores melhorias. Neste aspeto sugeriu-se a afixação de fotos representativas de situações que devem ser melhoradas, deixando ao critério dos operadores formas de melhorar essas situações. Deste modo, consegue-se um maior envolvimento por parte destes na aplicação dos conceitos 5S. Para além disso, cria-se um fator motivacional nos operadores que deve ser aproveitado.

Contudo, antes de se proporem estas melhorias, foi necessário estabilizar a área de produção no que diz respeito aos 5S, isto é, foi necessário aplicar os 3 primeiros S's: Triagem, Organização e Limpeza.

Para isso, com a ajuda de alguns colaboradores, procederam-se às melhorias que se apresentam nas secções seguintes.

#### **5.1.1.1. Marcação do chão e locais de passagem**

Em toda a área de produção foi marcado o chão, de modo a delimitar os espaços para objetos como quadros de área, caixotes do lixo, suportes de rolos e tinas de retenção. Com esta marcação torna-se mais fácil a arrumação e organização da área, garantindo assim que tudo está no devido lugar.

Na Figura 43 é possível ver algumas dessas alterações com fotos antes e depois da aplicação dos 5S.



**Figura 43.** Marcação dos espaços (antes e depois)

Para além disso, como todos os locais de passagem foram marcados, garante-se uma maior segurança para os operadores que frequentemente têm de passar por cima de rolos transportadores, tal como exemplifica a Figura 44.

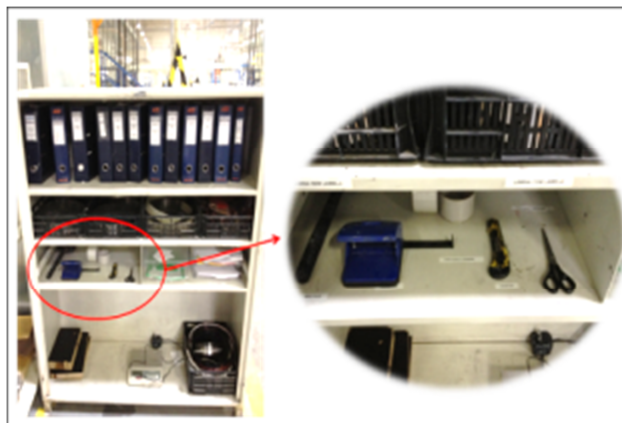


**Figura 44.** Marcação de locais de passagem

#### **5.1.1.2. Delimitação e identificação de espaços para ferramentas e acessórios**

Nesta secção apresenta-se a proposta para a delimitação de espaços para todas as ferramentas e acessórios à produção que permitem uma melhor organização dos mesmos. Isto permite uma

mais rápida reação a qualquer anomalia que ocorra nas linhas de produção. Alguns exemplos podem ser observados na Figura 45.

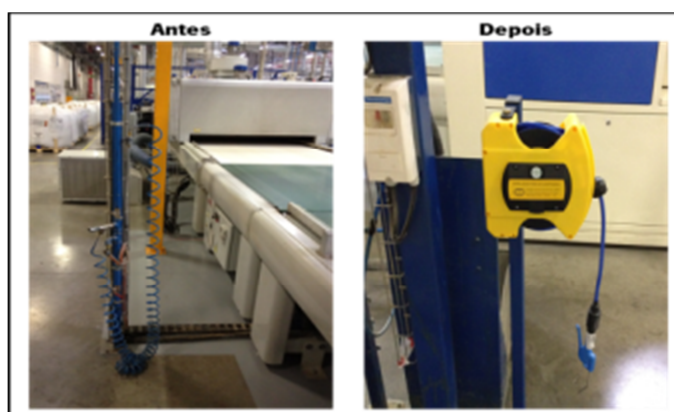


**Figura 45.** Delimitação e identificação de espaços para ferramentas e acessórios

Ainda relativo a este tópico foi proposto a aquisição de um quadro sombra que servirá para a colocação de ferramentas de pequenas dimensões com uso frequente.

#### **5.1.1.3. Pistolas de ar comprimido**

Para resolver o problema da má limpeza das máquinas de lixar propôs-se um sistema de desenrolador de mangueira e a respetiva mangueira com um comprimento de cerca de 20 metros. Desta forma é possível chegar a todas as partes do equipamento e é também possível proceder à limpeza de outros equipamentos. A Figura 46 ilustra o estado anterior e posterior à melhoria.



**Figura 46.** Pistola de ar comprimido (antes e depois)

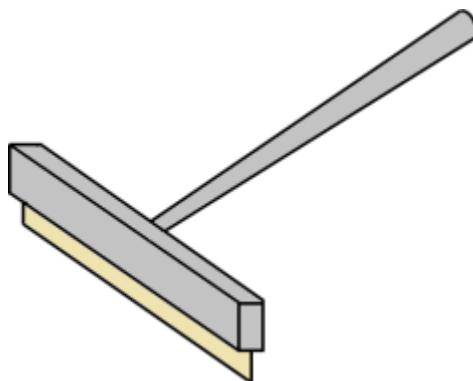
Propôs-se também uma modificação na estrutura da pistola para permitir a limpeza dos equipamentos em locais de difícil acesso. Essa alteração consiste numa pistola que tenha a parte final inclinada.



#### 5.1.1.4. Acessório para remoção de tinta acumulada

Devido às propriedades das tintas de enchimento Filler e Sealer (Tintas mais viscosas) por vezes ocorre uma acumulação de tinta nos caleiros onde caem os excessos.

Para a resolução deste problema, sugere-se a compra de um acessório (Figura 47) que permita aos operadores empurrar a tinta acumulada para o final do caleiro, onde volta a cair na lata. O acessório tem um custo associado de 23 €.



**Figura 47.** Acessório para limpar caleiros

#### 5.1.2. Gestão Visual

De modo a tornar a área de produção em estudo mais intuitiva, não só para quem a visita, mas principalmente para os operadores, algumas propostas de melhoria foram sugeridas e implementadas, nomeadamente a criação de etiquetas de identificação de matérias-primas, a marcação das bases para a medição da gramagem e a marcação do suporte para os raspadores.

##### 5.1.2.1. Etiquetas para distinção das tintas na linha

Tal como foi referido no capítulo anterior, uma das principais causas de desperdícios de tinta eram as misturas acidentais que se faziam por estas serem visualmente semelhantes.

Para evitar este desperdício criaram-se etiquetas coloridas para se identificarem as latas de tinta. Como existem várias tintas correspondentes à mesma cor, as etiquetas estão devidamente identificadas com o tipo de tinta, isto é, diferencia entre tintas de coloração (bases) e tintas de acabamento (tops).

As etiquetas são colocadas nas latas, quando estas passam do armazém para as linhas de produção. De seguida, na Figura 48, apresenta-se a relação entre cada cor e a respetiva etiqueta.

Cor						
Comuns	Filler	Sealer				
	<div><div>SweetwoodLACQUERING</div><div>ML00111</div><div>UV FILLER</div></div>	<div><div>SweetwoodLACQUERING</div><div>ML00110</div><div>UV SEALER</div></div>				
White 2	Base 1	Base 2	Base Reparação	Top		
	<div><div>SweetwoodLACQUERING</div><div>ML00112</div><div>UV Base Coat White 2 4262</div><div>WHITE 2</div></div>	<div><div>SweetwoodLACQUERING</div><div>ML00113</div><div>UV Base Coat White 2 4002</div><div>WHITE 2</div></div>	<div><div>SweetwoodLACQUERING</div><div>ML00130</div><div>UV BASE COAT GREY REPAIR</div><div>WHITE 2</div></div>	<div><div>SweetwoodLACQUERING</div><div>ML00129</div><div>UV Top Coat 25 IKEA White #2</div><div>WHITE 2</div></div>		
White 5	Base 1	Base 2	Top			
	<div><div>SweetwoodLACQUERING</div><div>ML00058</div><div>UV Base Coat White 4259</div><div>WHITE 5</div></div>	<div><div>SweetwoodLACQUERING</div><div>ML00059</div><div>UV Base Coat White 4258</div><div>WHITE 5</div></div>	<div><div>SweetwoodLACQUERING</div><div>ML00122</div><div>UV Top Coat White GL25</div><div>WHITE 5</div></div>			
Black-Brown	Base	Printing Rolo 1	Top			
	<div><div>SweetwoodLACQUERING</div><div>ML00147</div><div>UV BASE COAT</div><div>BLACK BROWN</div></div>	<div><div>SweetwoodLACQUERING</div><div>ROLO 1</div><div>(ML00016+ML00146+ML00015)</div><div>BLACK BROWN</div></div>	<div><div>SweetwoodLACQUERING</div><div>ML00151</div><div>UV TOP 25-622</div><div>BLACK BROWN</div></div>			
Black	Filler	Sealer	Base	Top		
	<div><div>SweetwoodLACQUERING</div><div>ML00097</div><div>UV Filler</div><div>Black 1</div></div>	<div><div>SweetwoodLACQUERING</div><div>ML00096</div><div>UV Sealer</div><div>Black 1</div></div>	<div><div>SweetwoodLACQUERING</div><div>ML00098</div><div>Base Coat</div><div>Black 1</div></div>	<div><div>SweetwoodLACQUERING</div><div>ML00099</div><div>Top Coat</div><div>Black 1</div></div>		
Birch	Printing Rolo 1	Printing Rolo 2	Printing Rolo 3	Printing Rolo 4	Base	Top
	<div><div>SweetwoodLACQUERING</div><div>ROLO 1</div><div>(ML00016+ML00018+ML00021+ML00019)</div><div>BIRCH</div></div>	<div><div>SweetwoodLACQUERING</div><div>ROLO 2</div><div>(ML00016+ML00019)</div><div>BIRCH</div></div>	<div><div>SweetwoodLACQUERING</div><div>ROLO 3</div><div>(ML00016+ML00020)</div><div>BIRCH</div></div>	<div><div>SweetwoodLACQUERING</div><div>ROLO 4</div><div>EMBOSSING (ML00016+ML00015)</div><div>BIRCH</div></div>	<div><div>SweetwoodLACQUERING</div><div>ML00117</div><div>UV Base</div><div>BIRCH</div></div>	<div><div>SweetwoodLACQUERING</div><div>ML00047</div><div>UV Hard Top</div><div>BIRCH</div></div>

**Figura 48.** Etiquetas de identificação de latas, por cor

Desta forma, conseguiu-se reduzir a mistura accidental das cores.

#### 5.1.2.2. Etiquetas de identificação de matérias-primas

Tal como já foi referido anteriormente as tintas que estavam nem sempre cumpriam a ordem FIFO o que originou que algumas delas ultrapassassem o prazo de validade, que é de 1 ano a contar desde a sua produção.

Para colmatar esta situação foi proposta e implementada uma nova etiqueta de identificação como a que está ilustrada na Figura 49. Esta etiqueta, para além da informação do produto (código e nome), tem também a data de produção e de validade.

Código Interno	<b>ML00058</b>		
Nome do Produto	<b>UV Basecoat White #5</b>		
<b>Produção: 11 / 4 / 12</b>			
<b>Validade: 11 / 4 / 13</b>			
Q t d	<b>1000L</b>	Ordem FIFO	<b>1º</b>
Batch	<b>1234567</b>		

**Figura 49.** Etiqueta para identificação de matérias-primas

Outro aspeto importante é a ordem FIFO que permite identificar qual a tinta a ser utilizada em primeiro lugar. Tem também a informação do número do Batch que facilita a realização do inventário ao operador. Esta etiqueta A4 é facilmente visível em qualquer nível da estante, Figura 50.



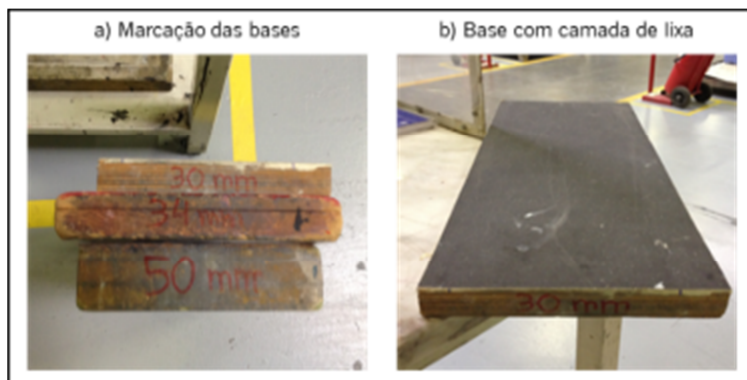
**Figura 50.** Armazenamento das matérias-primas devidamente identificadas

#### **5.1.2.3. Base para medição de gramagens**

Tal como referido na secção 4.2.2, a medição da gramagem é um controlo periódico realizado hora-a-hora. Durante a sua realização e caso o operador não utilizasse a base com a altura correta, os rolos de pintura seriam danificados.

Para evitar este problema sugeriu-se a pintura das bases de diferentes alturas com cores distintas, de modo a que não fossem trocadas pelos operadores, uma vez que se utilizarem uma placa de 29 mm quando a altura da linha é 30 mm podem estragar o rolo que aplica a tinta,

dado que a altura total da base com a placa é de 34 mm (29+5). Sugeriu-se ainda a sua marcação como ilustra a Figura 51a.



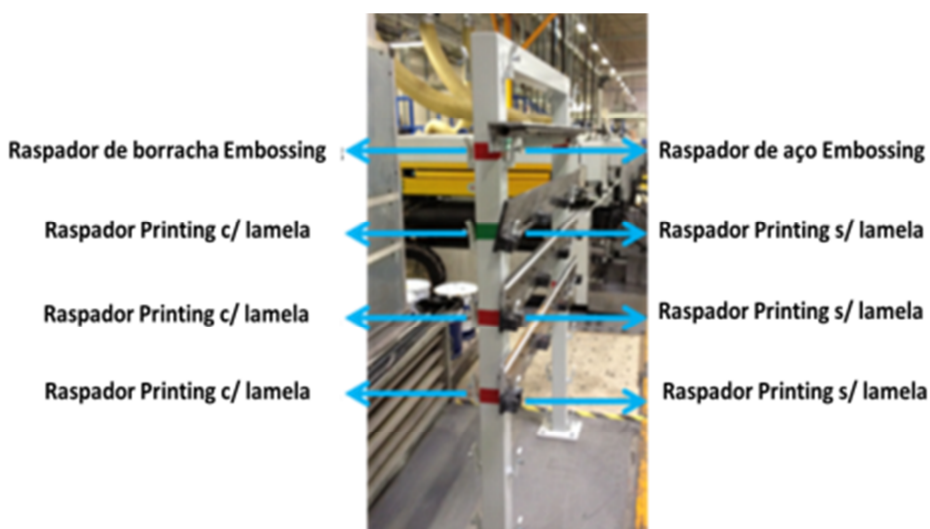
**Figura 51.** Bases para medição da gramagem. a) Bases marcadas; b) bases com lixa

Para além disso, sugeriu-se a aplicação de uma camada rugosa na parte superior da base para garantir que a placa utilizada para medir a gramagem, com a pressão dos rolos, não se desloque. Esta camada pode ser o reaproveitamento das lixas utilizadas nas máquinas de lixagem, Figura 51b.

#### 5.1.2.4. Suporte para os raspadores

Para garantir a existência de raspadores preparados para entrarem em produção, de modo a evitar paragens, sugeriu-se um sistema visual que garantisse a existência de raspadores prontos a serem utilizados.

Este sistema passou a funcionar através da marcação de três níveis (2 vermelhos e 1 verde) para os raspadores do Printing e 1 nível (vermelho) para os raspadores da máquina do Embossing, Figura 52.



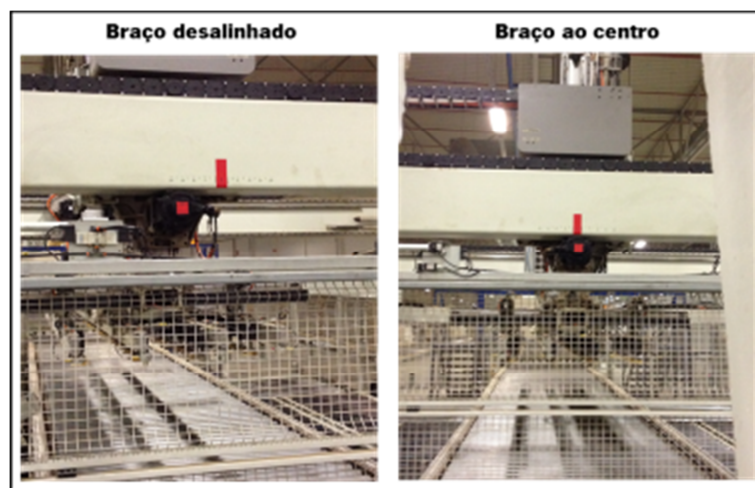
**Figura 52.** Suporte para os raspadores com marcação de níveis

No suporte existe um *stock* dos vários raspadores. Sempre que se retirar um para colocar em produção, se o nível que ficar visível for o verde, o operador pode continuar as suas atividades normalmente. Mas, caso o nível que ficar visível for o vermelho, o operador deve, de imediato, preparar um raspador novo para colocar no suporte. Deste modo garante-se que existem sempre raspadores preparados para a produção.

#### 5.1.2.5. Marcação do centro do RBO de Entrada

Tal como referido anteriormente, sempre que ocorre uma paragem no RBO de Entrada o operador necessita de colocar o braço a “zero”, ou seja colocá-lo ao centro. Contudo, esta operação é realizada manualmente e existem algumas dificuldades de visualização.

Como proposta de melhoria para minimizar o tempo perdido, sugeriu-se a marcação do centro do RBO recorrendo a uma fita colorida, facilitando assim a colocação do braço ao centro, como ilustra a Figura 53.



**Figura 53.** Marcação do centro do RBO de entrada

Esta proposta, não tendo qualquer tipo de custo, evitava deslocações desnecessárias dos operadores, para além de permitir a resolução do problema mais rapidamente.

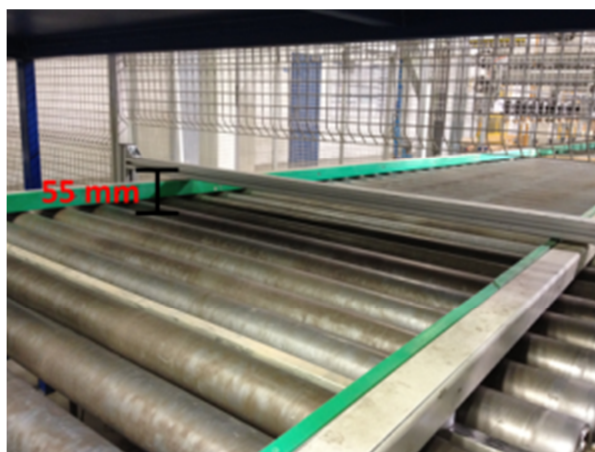
#### 5.1.3. Aplicação de mecanismos Poka-Yoke

Na observação do sistema produtivo verificaram-se algumas situações problemáticas que poderiam ser melhoradas com mecanismos Poka-Yoke. Assim, sugeriu-se a aplicação de um limitador de altura e uma alteração na estrutura dos raspadores.

### 5.1.3.1. Limitador de altura

Pela dificuldade que existia em segregar todas as peças que constituem uma fila estabeleceu-se que, sempre que possível, se substitua a peça não conforme por outra conforme. É precisamente neste ponto que se detetou um problema, ou seja, com a linha de pintura em andamento tornava-se difícil para os operadores colocarem corretamente a peça na fila correspondente. Por vezes, quando se tratava de uma peça da fila do meio, a peça conforme de substituição ia sobreposta em peças da linha o que causava paragens do RBO por erro de leitura dos sensores.

Para colmatar esta situação sugeriu-se e aplicou-se um limitador de altura que garante que as peças nunca passam para o RBO sobrepostas. Como a altura das peças só admitem três valores (30 mm, 34 mm ou 50 mm) colocou-se um limitador com uma altura de 55 mm. Assim, seria impossível que as peças passassem sobrepostas para o RBO, uma vez que a altura das peças sobrepostas passava a ser 60 mm, 68 mm ou 100 mm. Este sistema anti-erro pode ser observado na Figura 54.



**Figura 54.** Limitador de altura de peças no RBO de saída

### 5.1.3.2. Utilização dos raspadores

Para evitar o problema da danificação dos rolos pelo uso incorreto do raspador, sugeriu-se um sistema anti erro que obrigasse a utilização de uma lâmina de 50 mm nas máquinas do Top. Este sistema Poka-Yoke é constituído por duas partes distintas:

- **Garantir a correta colocação do raspador de borracha no suporte:** Criou-se uma saliência (com um parafuso) no suporte que obriga a que os raspadores de 50 mm sejam furados nessa zona. Só os raspadores furados encaixam no suporte, como se observa na Figura 55a.



- **Garantir a correta colocação do suporte na máquina:** De forma a garantir que na máquina só encaixariam os suportes com raspadores de 50 mm criou-se uma saliência na estrutura da máquina que apenas permita o correto encaixe de raspadores apropriados, isto é, com um furo como ilustra a Figura 55b.



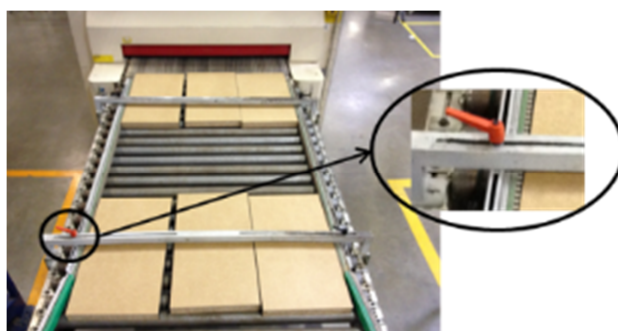
**Figura 55.** Sistema anti-erro para os raspadores: a) colocação do raspador no suporte; b) colocação do suporte na máquina

#### 5.1.4. Propostas para reduzir o tempo e o número de preparações

De modo a facilitar algumas preparações, foram apresentadas propostas de melhoria que visavam diminuir o tempo despendido nestas operações e outra que permitia reduzir o número de vezes que a preparação era realizada.

##### 5.1.4.1. Apertos rápidos nas guias de orientação

De modo a diminuir o tempo do Setup de referência, isto é, o tempo de ajuste das guias orientadoras das peças ao longo da linha, propôs-se a substituição dos parafusos das guias por apertos rápidos, de modo a que o operador não necessitasse de qualquer ferramenta para proceder ao ajuste, tornando o ajuste mais rápido. O resultado final pode ser observado na Figura 56.

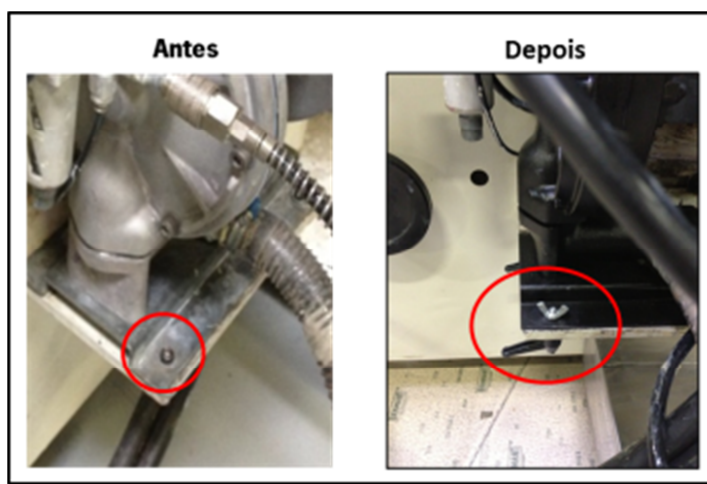


**Figura 56.** Sistema de apertos rápidos nas guias de orientação

Ao utilizar este sistema de apertos rápidos diminuía-se o tempo de preparação em cerca de 27 segundos, pelo que, devido ao número de vezes que se realizou no mês de Fevereiro dava um total de 6,2 horas por mês.

#### **5.1.4.2. Apertos rápidos nas bombas**

Para minimizar o tempo de paragem em caso de avaria da bomba, sugeriu-se a substituição dos parafusos que as prendiam por apertos rápidos, de modo a permitir uma troca mais rápida da bomba, como ilustra a Figura 57.



**Figura 57.** Sistema de apertos rápidos nas bombas

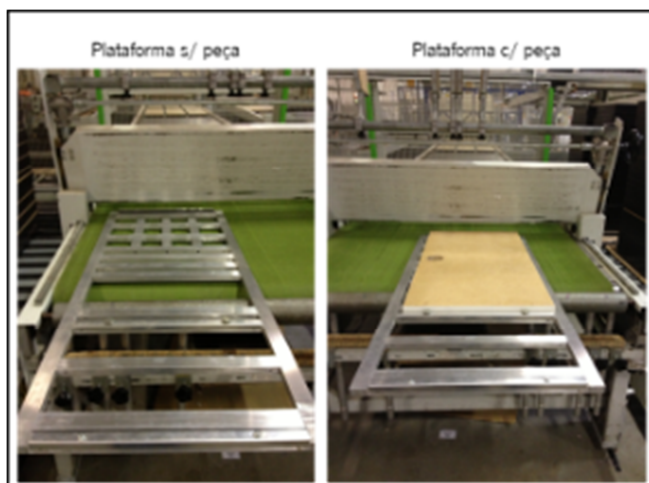
Esta proposta permite reduzir o tempo de substituição das bombas em cerca de 5 minutos, passando a substituição da bomba a ser realizada em 7 minutos.

#### **5.1.4.3. Teste Homag**

Tal como já se referiu anteriormente a área de produção anterior (EdgeBand) necessita de realizar um teste à altura da orla aplicada. Para isso, recorrem ao Lacquering para pintar alguns elementos para verificarem o estado da orla. Este teste, em algumas situações, obriga a que a altura dos rolos da linha sejam alterados, ora que subam, ora que desçam, mediante a altura da peça em teste e mediante a altura que se está a pintar.

Quando existe a necessidade de alterar a altura de todas as máquinas de pintura, procede-se ao setup de altura da linha. De modo a minimizar o número destes setups propôs-se a aquisição de duas plataformas com altura de 16 mm e 20 mm para que as peças de 34 mm e 30 mm possam ser colocadas em cima para perfazerem a altura de 50 mm, Figura 58.





**Figura 58.** Plataforma para os testes

Assim, se a linha estiver a pintar a uma altura de 50 mm não é necessário fazer um setup de altura, evitando-se paragens de produção.

Com a aquisição desta plataforma reduziram-se em cerca de 33% o número de preparações de altura de linha realizadas que, tendo em consideração o seu tempo de execução no mês de Fevereiro, permitiu uma redução de 2,1 horas por mês.

## **5.2. Normalização do trabalho**

Esta secção apresenta as propostas de melhorias que vão de encontro ao tema do projeto, a Normalização. Contudo, é importante referir que, sem algumas das propostas sugeridas anteriormente, não seria possível implementar os conceitos de normalização.

As propostas a seguir apresentadas tentam garantir a uniformização do processo produtivo e dos parâmetros de produção, com o objetivo de tornar o processo robusto, através de uma igual execução das atividades por parte de todos os operadores.

### **5.2.1. Processo Produtivo**

Depois de propostas e implementadas algumas sugestões de melhoria é possível avançar para a normalização do processo produtivo. Esta proposta de normalização torna-se imprescindível para garantir, para além de robustez ao processo, polivalência na área. Nos dias de hoje é importante para uma empresa não sentir que apenas um ou dois operadores estão aptos a desempenharem determinadas tarefas.

Para resolver este problema propõe-se a normalização dos processos da área de produção que consiste em definir quais os melhores métodos de trabalho que permitam uma melhor qualidade

e rapidez de processamento, baseando-se em três pilares: as **Instruções de Trabalho de Produção** (ITP), as **Standard Operation Sheet** (SOS) e fundamentalmente na **Formação Teórica** e, sobretudo, **Prática**.

Antes de implementar estes pilares foi necessário criar uma equipa responsável por esta implementação, cuja principal função era apoiar a correta elaboração das instruções. Desta equipa fizeram parte, o responsável de área, o formador da área e o tecnologista da área, pessoa responsável pela tecnologia do processo.

Estabelecida a equipa de trabalho, partiu-se para a divisão do processo em etapas. Esta fase ficou bastante mais simples adotando o modelo da Swedwood, ou seja dividir o posto de trabalho pelas rotinas. A seguir, descreve-se o procedimento realizado.

#### **5.2.1.1. Criação de Instruções de Trabalho de Produção (ITP)**

O **primeiro pilar** da proposta de normalização consiste na criação de documentos que descrevam as tarefas que o operador deve realizar durante o seu período de trabalho, as Instruções de Trabalho de Produção (ITPs). Estes documentos são divididos pelos vários postos de trabalho e expõem o método que o operador deve realizar no cumprimento das várias tarefas.

Para além desta divisão proposta, a Swedwood Portugal implementou um sistema de trabalho que divide as tarefas que os operadores executam por rotina. Assim, definiram sete rotinas de trabalho: Arranque, Execução, Setup, Fecho, Resolução de Problemas, 1<sup>a</sup> peça OK e Manutenção de 1<sup>o</sup> Nível, sendo que nesta fase apenas se pretende a informação relativa às quatro primeiras rotinas, ficando as restantes ao cargo de outros departamentos.

Agrupando a proposta apresentada com o sistema de trabalho da Swedwood o resultado final são instruções de trabalho divididas por postos e, dentro de cada posto, divididas pelas sete rotinas. Esta divisão vai de encontro à metodologia seguida para a normalização da área de produção descrita no subcapítulo 2.7, ou seja, para a criação das várias ITPs, numa primeira fase definiu-se o processo produtivo a ser normalizado, neste caso, a área do Lacquering.

Depois de conhecer o processo foi necessário identificar um especialista do processo para que possa prestar ajuda na elaboração das instruções. Contudo, devido à grande variedade de postos e atividades executadas na área de produção não foi possível encontrar nenhum especialista. Nesta fase foram identificados, com a ajuda do responsável de área, os colaboradores mais qualificados para cada posto de trabalho.

Depois de concluídas estas etapas que podem ser consideradas de planeamento, passou-se para a etapa aquisição de conhecimento, isto é, conhecer ao pormenor o processo produtivo e as várias atividades a ele associadas. Para garantir que nenhuma informação era esquecida ou omitida, nesta fase optou-se pelo inquérito/entrevista a três operadores, um por cada turno de trabalho, sendo que os operadores inquiridos foram aqueles que a equipa de trabalho considerou de melhores qualificados. O inquérito/entrevista foi realizada tendo em conta a divisão pretendida, isto é, por rotina.

Quando toda a informação de um posto de trabalho era recolhida, ou seja, a informação referente às quatro rotinas (Arranque, Execução, Fecho e Resolução de Problemas), procedia-se à elaboração das instruções de trabalho. Mediante a complexidade do posto de trabalho, dentro de cada rotina surgiu a necessidade de elaborar outras instruções de trabalho mais específicas para determinadas atividades. Depois de elaboradas as instruções, estas eram validadas pelo responsável de área e do processo.

De seguida, a Figura 59 mostra um exemplo da ITP relativa à rotina execução do posto de trabalho “Operador de Linha”. Nesta instrução observa-se que tarefas mais específicas são remetidas para outras instruções de trabalho. Por exemplo, o controlo periódico deve ser realizado segundo outra ITP (mais específica), com a frequência definida na IAC (Instrução de Auto-Controlo) correspondente e os resultados devem estar no IQ (Impresso de Qualidade) correspondente.

<b>Swedwood</b> EXTERIOR		<b>INSTRUÇÃO TRABALHO PRODUÇÃO</b>			DATA 04-07-2012	ITP-611	00
FABRICA Linha A e B	AREA Lacagem	LINHA Linha 1 e 2	POSTO TRABALHO Operador de Linha	DESIGNAÇÃO PRODUTO	INFORMAÇÃO ADICIONAL		
<b>LACQ. - OP. LINHA - EXECUÇÃO</b>							
<b>EXECUÇÃO</b>							
O Operador de Linha tem como função ajudar o Line-Leader a garantir o fluxo contínuo de material e a sua qualidade (ITP 464 – Lacq. – Postos de trabalho – Funções e Responsabilidades). Para isso deve:							
1. Fazer controlos periódicos:							
Controlo	ITP a Consultar	Frequência do Controlo	Registo	Notas			
Gramagem	ITP 540	IAC 176	IQ 041	Comparar valores obtidos com a ITP 502 e ITP 511.			
Lixagem (Teste Grafite)	ITP 306	IAC 075	IQ 180	No caso de se proceder à troca de lixas, registar no IQ 038			
Viscosidade	ITP 632	IAC 036	IQ 090				
Temperatura TOP WH2 e WH5	ITP 501	Cor WH2 e WH5	IQ181				
Temperaturas Tintas	ITP 631	IAC 176	IQ 041	Comparar valores obtidos com a ITP 502 e ITP 511.			
<b>Importante:</b> Sempre que surja algum defeito de pintura, o Operador de Linha deve consultar o IABC 001 de forma a resolver os problemas rapidamente.							
				APROVADO POR LACAGEM E PINTURA DE P.V. Ass. dos Responsáveis Técnico, Qualidade, Produção VALOR DE: A.			
Page 1 of 2		IG-199-02					
<b>Swedwood</b> EXTERIOR		<b>INSTRUÇÃO TRABALHO PRODUÇÃO</b>			DATA 04-07-2012	ITP-611	00
FABRICA Linha A e B	AREA Lacagem	LINHA Linha 1 e 2	POSTO TRABALHO Operador de Linha	DESIGNAÇÃO PRODUTO	INFORMAÇÃO ADICIONAL		
<b>LACQ. - OP. LINHA - EXECUÇÃO</b>							
<b>EXECUÇÃO</b>							
2. Garantir abastecimento de tinta às máquinas de pintura:							
a. Através do sistema de tubagem, segundo a ITP 497 – Lacq. – Abastecimento da tinta das cubas para a linha;							
b. Adicionando lata a lata, segundo a ITP 501 – Lacq. – Controlo da temperatura das tintas dos Tops para White 2 e White 5;							
3. Preencher, hora a hora, o IP 004_3 – Seguimento Diário da Produção – Lacquering. Neste registo, o Operador deve assinalar o código associado à actividade registada, segundo a ITP 334 – Lacq. – Definição de Paragens.							
<b>Nota:</b> no caso de anomalias, regista o número de vezes; no caso de avarias, regista o tempo de paragem.							
4. Ajudar o Line-Leader a fazer a preparação dos Setups de cor (preparar novas tintas, preparar latas, garantir facas);							
5. No final de cada Setup, filtrar e identificar as tintas utilizadas anteriormente, segundo a ITP 388 – Lacq. – Filtrar tintas de acabamento (Tops);							
6. Sempre que se proceda a uma troca de facas, limpar e preparar as facas, segundo a ITP 499 – Mesa Facas;							
7. Manter a linha limpa e organizada;							
<b>Importante:</b>							
O Operador de Linha deve, ao longo do turno de trabalho, controlar em contínuo o processo de pintura, fazendo ajustes nos parâmetros das máquinas caso seja necessário (ITP 633 – Ajustes de Parâmetros - Linha).							
				APROVADO POR LACAGEM E PINTURA DE P.V. Ass. dos Responsáveis Técnico, Qualidade, Produção VALOR DE: A.			
Page 2 of 2		IG-199-02					

**Figura 59.** Exemplo da ITP do posto de trabalho "Operador de Linha", relativa à rotina "Execução"




### 5.2.1.2. Folhas de trabalho normalizado

O **segundo pilar** desta proposta consistiu na elaboração das folhas de trabalho normalizado, as Standard Operation Sheet (SOS) que, para além de estarem detalhadas por tarefa, incluem o tempo de execução das mesmas.

Para a criação destes documentos utilizou-se o formato fornecido pela Swedwood Internacional, uma vez que a Swedwood Portugal acabava de iniciar este projeto. As SOS em algumas situações são acompanhadas de outros documentos, as Work Element Sheet (WES) que permitem uma descrição mais detalhada de uma determinada tarefa.

Para se elaborarem as SOS foi necessário recorrer às ITPs previamente criadas. Deste modo, foi possível identificar as atividades que eram repetidas constantemente e, a partir daí criar instruções SOS. Para completar este documento foi necessário observar a realização da atividade, separá-la por tarefas e contabilizar a sua duração. Para facilitar esta recolha de dados, recorreu-se à filmagem destas atividades de, pelo menos, 3 operadores, sendo um de cada turno.

A partir dos dados recolhidos procedeu-se à elaboração das SOS e WES quando necessárias para detalhar a execução de alguma tarefa. A Figura 60 ilustra a SOS criada para a realização do teste da gramagem, exemplo citado na ITP acima apresentada. A SOS pode ser observada com maior detalhe no Anexo 6 e a WES correspondente no Anexo 7.

		<b>Standard Operation Sheet</b>				DATA: _____ ELABORADO POR: _____ APROVADO POR: _____		IQ-100-02
FABRICA: Lacquering and Printing		ÁREA: Lacquering		LINHA: Linha 1 e 2		POSTO TRABALHO: Op. Linha e Line- Leader		DESIGNAÇÃO DO PRODUTO: _____ INFORMAÇÃO ADICIONAL: 
<b>SOS - Lacq. - Medição da Gramagem</b>								
Nº	WES	Atividade	Repetição	Tempo de atividade	Camísha	Tempo Acumulado	Pontos Chave	Layout
1		Pesar a placa, desligar a balança, registar o valor observado no verso e guardar a base		17		502		
2		Desloca-se para a mesa de registos			15	517		
3		Regista os valores da placa no IQ 041		77		594		
4		Desloca-se para junto do estandarte com a ITP 502 e ITP 511			4	598		
5		Verifica se os valores medidos estão dentro dos intervalos especificados		19		617		
6		Desloca-se para a mesa de registos			4	621		
7		Guardar a placa		1		622		
8								
9								
10								
11								
Notas:			Total	343	273	622	TAKT time:	

**Figura 60.** Excerto da SOS relativa ao controlo da medição da gramagem

Com a criação das SOS foi possível garantir que o método mais rápido de execução de uma atividade seria aplicado e, para além disso foi possível perceber a relação entre as atividades que acrescentam valor daquelas que não acrescentavam, olhando para os tempos acumulados de atividade e de deslocamentos. Focando-se nas atividades que não acrescentavam valor era possível sugerir possíveis melhorias para diminuir ou eliminar o seu tempo.

Posteriormente à elaboração da SOS, sugeriu-se a colocação de um documento com as quantidades de produto a aplicar para cada cor junto das balanças, de modo a que o operador verificasse, no momento em que pesava a placa, se a quantidade que estavam a aplicar era a

correta. Desta forma, foram suprimidas tantas tarefas de caminhar quanto o número de máquinas existentes, dado que o operador necessitava de se deslocar ao meio da linha para consultar o referido documento. Assim, foram eliminadas 6 deslocações que, em média, eram de 15 metros, o que originou uma redução no tempo total de 1,5 minutos por hora, dado que este controlo é realizado de hora-a-hora.

### **5.2.1.3. Formação dos operadores**

Finalmente, o **terceiro** e último **pilar** da proposta da normalização consistiu na formação dos operadores. Como a formação é a etapa fundamental para a normalização criou-se um sistema de formação teórica e prática.

A formação teórica foi dada para cada ITP a cada um dos operadores do respetivo posto de trabalho, sendo no final realizado um teste que permitia avaliar o desempenho do operador na formação. Depois dos operadores serem formados em todas as ITPs referentes à rotina de um posto de trabalho, realizava-se uma formação prática que consistia na observação do operador durante a realização das atividades dessa rotina.

Durante a avaliação era seguido um plano onde se verificava se o operador fazia, ou não, as diversas atividades. No final da formação era atribuída uma pontuação ao operador. Depois de dadas ambas as formações, teórica e prática, as notas eram ponderadas atribuindo-se um valor ao desempenho do operador que permitia preencher a matriz de competências desse operador para o posto onde fosse formado.

De modo a criar polivalência nos operadores definiu-se um plano de formação e uma matriz de formação, Figura 61 que permitiu, por posto de trabalho, garantir que pelo menos 2 a 3 operadores do turno eram capazes de desempenhar todas as atividades do posto em que era formado. Para isso, foi importante a elaboração da matriz de competências de cada operador, apresentada na secção 4.5.5.

**Matriz de Formação**

A - Arranque

S - Setup

Aprovado

Planeada (data)

E - Execução

1ªP - 1ª peça OK

Sem Formação / Não Aprovado

Homologado (Formação prática + teórica)

RP - Resol. Problemas F - Fecho

Nome	N.º	Wuwer Entrada						RBO Entrada						Operador de Linha						Line-Leader						Inspeção						RBO Saída						Wuwer Saída						Material Handler						Formações Transversais																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
		A	E	M1N	S	1ªP	F	RP	A	E	M1N	S	1ªP	F	RP	A	E	M1N	S	1ªP	F	RP	A	E	M1N	S	1ªP	F	RP	A	E	M1N	S	1ªP	F	RP	A	E	M1N	S	1ªP	F	RP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										</

**Figura 61.** Matriz de formação por rotina de cada posto de trabalho

### 5.2.2. Criação de um método para resolução de problemas

Outra sugestão de melhoria proposta foi a criação do melhor método para a resolução de problemas de pintura, ou seja, propôs-se a criação de um documento onde constasse o método mais eficiente para a resolução dos problemas relacionados com os defeitos de pintura.

Esta proposta consistia em analisar, com os operadores, todas as possíveis causas para os defeitos de pintura mais frequentes. Para o efeito, recorreu-se à metodologia da ferramenta A3, utilizando o *template* da Swedwood Internacional para a resolução de problemas. Contudo, este *template* não existia no formato de quadro, tendo sido por isso sugerido a aquisição de um, como ilustra a Figura 62.

Swedwood										QUADRO DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS										SWOP																							
PROBLEM SOLVING BOARD																																											
Responsável		Data		Área		Link		Equipa		Foreman		Liner		Operator		Technician		Maintenance		Quality																							
1. Declaração do Problema										3. Causas Raiz																																	
										<table border="1"> <thead> <tr> <th>5 Porquês</th> <th>1.</th> <th>2.</th> <th>3.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Porquê?</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Porquê?</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Porquê?</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Porquê?</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Porquê?</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										5 Porquês	1.	2.	3.	Porquê?				Porquê?				Porquê?				Porquê?				Porquê?			
										5 Porquês	1.	2.	3.																														
										Porquê?																																	
										Porquê?																																	
										Porquê?																																	
										Porquê?																																	
Porquê?																																											
2. Causas Diretas										4. Plano de Ações																																	
										<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ação</th> <th>Quem</th> <th>Data</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										Ação	Quem	Data	Estado																				
Ação	Quem	Data	Estado																																								

**Figura 62.** Quadro de resolução de problemas

Assim, depois de identificado o defeito, procedia-se à realização de uma sessão de *brainstorming*, onde todos os operadores davam possíveis causas para a ocorrência do defeito. Após as várias causas serem sugeridas era necessário dividi-las por categorias. Para isso, utilizou-se o diagrama de espinha-de-peixe. Posteriormente, para cada uma das causas definidas anteriormente aplicava-se a ferramenta dos 5 Porquês, de modo a chegar à causa raiz do problema. O resultado final da aplicação destas ferramentas pode ser observado na Figura 63.



[illegible]

**Figura 63.** Quadro de resolução de problemas preenchido pelos operadores

Após encontradas as causas raízes que estavam na origem do defeito de pintura, várias ações eram tomadas. Neste sentido, elaboraram-se planos de ações onde eram definidas as ações a serem tomadas, o responsável pela sua realização e o prazo limite para a sua conclusão.

Desta análise realizada à raiz dos problemas, diversas ações eram tomadas, desde a criação de métodos de verificação e controlo constante, melhorias nos equipamentos e, sobretudo, formação aos operadores. Para que a formação fosse eficaz, foram criados documentos de apoio onde constavam as etapas que deviam ser seguidas para a resolução do problema/defeito. Um exemplo deste documento pode ser observado no Anexo 8.

### 5.2.3. Parâmetros de Produção

Relativamente à proposta da Normalização apresenta-se a última sugestão de melhoria, ou seja, a normalização dos parâmetros de produção. Como foi possível perceber ao longo do trabalho, o processo de pintura possibilitava bastantes alterações aos parâmetros das várias máquinas, desde as máquinas de lixagem, até às de pintura, passando pelos túneis UV.

Estas variações de parâmetros são causas possíveis para o surgimento de defeitos de pintura. De modo a eliminar, ou pelo menos minimizar estes efeitos, propôs-se que todos os parâmetros fossem normalizados, isto é, para cada máquina definir quais os parâmetros de funcionamento, eliminando assim as variações do processo de pintura.

Para isso, procedeu-se a um levantamento, por máquina, de todos os parâmetros suscetíveis a alterações. Ao longo dos vários meses do projeto, foram-se registando os valores dos diversos parâmetros de todas as máquinas e fazendo um confronto com a qualidade final, de modo a perceber se com aqueles parâmetros a qualidade era garantida.

Como resultado final deste estudo definiram-se intervalos para os diversos parâmetros, tendo em conta os resultados obtidos e as especificações técnicas das máquinas, como se pode verificar no exemplo do Anexo 9.

Contudo, na definição dos valores para os parâmetros existiram algumas dificuldades devido às características dos consumíveis utilizados. Por exemplo, a pressão de lixagem admite um intervalo grande, uma vez que a pressão deve ser alterada à medida que as lixas vão ficando gastas com a utilização. O mesmo acontece com a pressão dos rolos nas peças.

Outra variável considerada para esta proposta foram as dimensões das peças que requeriam o ajuste de alguns parâmetros. Neste caso, foi efetuado um estudo para todas as referências, de modo a normalizar os valores de determinados parâmetros. Como exemplo desta situação, tem-se o valor do vácuo nas máquinas de lixar que garantem a fixação da peça ao tapete. Assim, depois de efetuado o estudo, criaram-se documentos onde constam os valores a serem utilizados para cada referência, como ilustra a Figura 64.

Família	Artigo	Descrição	Comp. [mm]	Larg. [mm]	Altura [mm]	Filas	Vácuo 1ª Heesmann	Vácuo 2ª Heesmann	Notas:
Expedit	Expedit Bookcase	Tampo/Fundo 185x185	1844	392	50	3	de 0 a -15	OFF	
		Tampo/Fundo 149x149	1492	392	50	3	de 0 a -15	OFF	
		Lateral E/D 149x79	1392	390	50	3	de 0 a -15	OFF	
		Tampo/Fundo 149x79	788	392	50	3	de -16 a -50	ON	Desligar 2ª agregado da 1ª Heesmann
		Lateral Dir/Esq 44x44	336	390	50	3	de -16 a -50	ON	Desligar 2ª agregado da 1ª Heesmann
	Expedit Desk	Tampo 115x78	1150	780	50	1	de 0 a -15	OFF	
		Lateral 115x78	692	778	50	1	de 0 a -15	OFF	
	Expedit Shelving Unit	Lateral E/D 44x185	1744	390	50	3	de 0 a -15	OFF	
		Lateral E/D 79x79	688	390	50	3	de -16 a -50	ON	Desligar 2ª agregado da 1ª Heesmann
		Tampo/Fundo 44x185	438	392	50	3	de -16 a -50	ON	Desligar 2ª agregado da 1ª Heesmann
	Expedit TV Stor	Fundo 185x185	1844	392	50	3	de 0 a -15	OFF	
		Fundo 185x149	1846	392	50	3	de 0 a -15	OFF	
		Tampo 185x185	1844	392	50	3	de 0 a -15	OFF	
		Tampo 185x149	1846	392	50	3	de 0 a -15	OFF	
		Lateral E/D 185x185	1744	390	50	3	de 0 a -15	OFF	
		Lateral Regular Esq. 185x149	1392	390	50	3	de 0 a -15	OFF	
		Lateral Irregular Dir.185x149	1392	390	50	3	de 0 a -15	OFF	

**Figura 64.** Extrato dos valores definidos para o vácuo

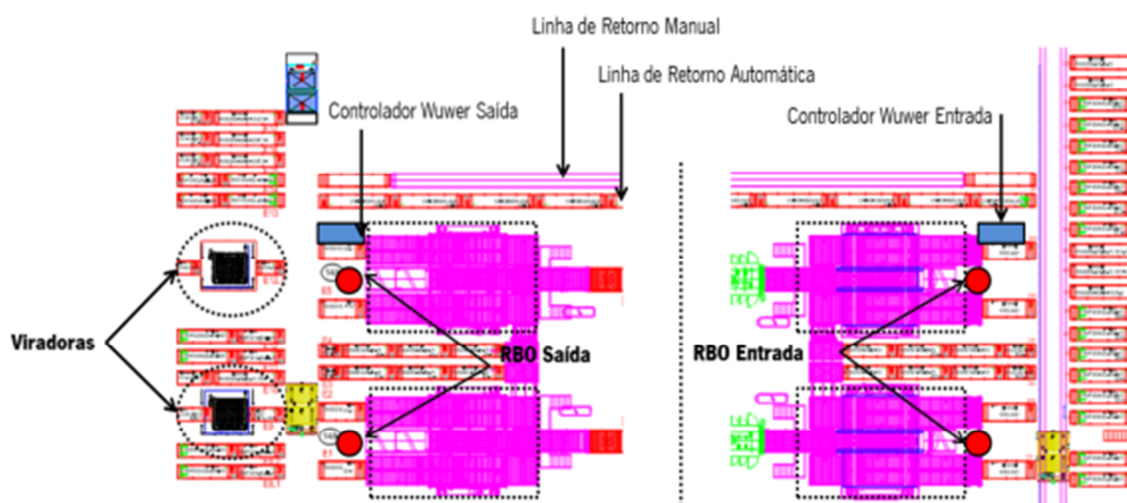
### 5.3. Pós Normalização

Nesta terceira secção de propostas de melhoria, apresentam-se algumas propostas que apenas são possíveis estando a área de produção normalizada, isto é, garantindo que todos os operadores executam todas as tarefas de igual forma, resolvem os problemas da mesma forma e que utilizam os mesmos parâmetros de produção.

Estas propostas têm um nível de complexidade maior, cujo objetivo principal da sua sugestão é a redução de custos e não propriamente a resolução de algum problema detetado.

#### 5.3.1. Alteração Layout

Com a normalização do trabalho dos postos RBO de Entrada e de Saída e Wuwer de Entrada e Wuwer de Saída e a respetiva formação dos operadores é possível sugerir uma alteração de *layout* que permite a redução de dois postos de trabalho, os da Wuwer. A Figura 65 permite observar os postos de trabalho em questão.



**Figura 65.** Disposição atual dos postos de trabalho Wuwer de entrada e Wuwer de saída

No estado atual, os dois operadores do RBO de Entrada têm que garantir que o Robot está sempre abastecido, de modo a evitar paragens da linha por falta de material. Para isso, os operadores têm de retirar o plástico que envolve as paletes e garantir o seu alinhamento, quer em comprimento, quer em largura. Por sua vez, o operador da Wuwer de Entrada apenas tem que garantir o correto funcionamento da Wuwer (transportador automático que faz o deslocamento de paletes de uns rolos para outros), programando-a. Para além disso, o operador tem de empurrar as paletes que venham para pintar no segundo lado caso estas venham pela linha de retorno manual.

No outro extremo da linha os operadores do RBO de Saída são responsáveis por garantir o correto e contínuo funcionamento do Robot, evitando paragens de linha por saída cheia. Depois de saírem do Robot, os operadores devem filmar e colocar um saco para proteger as paletes. Relativamente ao operador da Wuwer de Saída, este é responsável por garantir o correto fluxo das paletes que saem do Robot. Caso estas sejam para pintar no segundo lado deve enviá-las para a Viradora e, posteriormente para uma das linhas de retorno, a automática ou a manual. Caso estejam pintadas nos dois lados, deve enviá-las para o *buffer* da área de produção seguinte, o Packing.

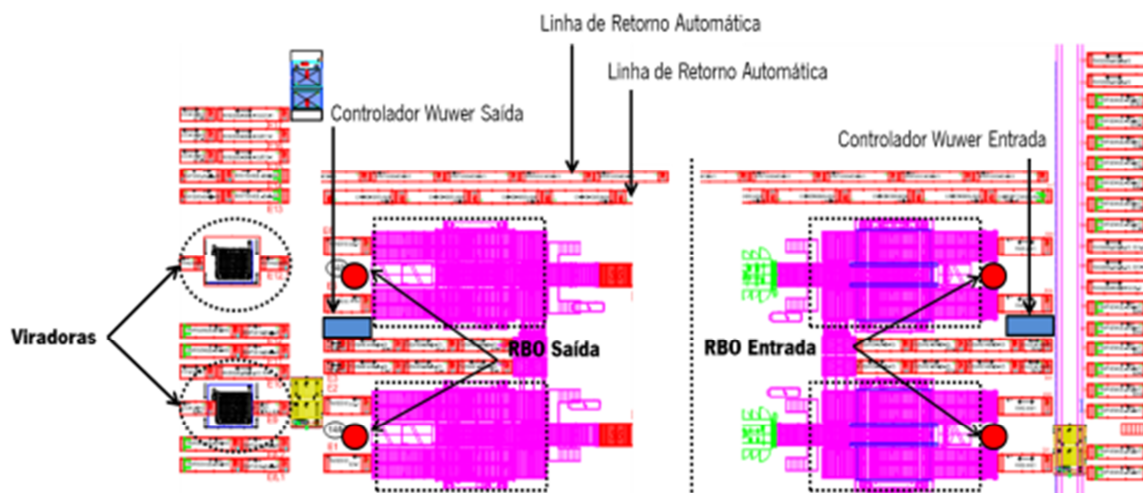
Depois de normalizado o método de trabalho dos 4 postos de trabalho realizou-se um estudo de tempos detalhado por tarefas que cada posto de trabalho tem de realizar. Nos postos de entrada, o tempo de realização das tarefas deve ser inferior ao tempo de despaletização para a linha (250 segundos), enquanto nos postos de saída o tempo de realização das tarefas deve ser inferior ao de paletização (290 segundos), de modo a garantir que a linha de produção não pára, ora por falta de material, ora por saída cheia.

O objetivo desta proposta foi eliminar os postos de trabalho das Wuwers de Entrada e de Saída. Contudo, pela análise dos tempos, verificou-se que a soma do tempo das operações do RBO de Entrada e Wuwer de entrada é superior ao tempo de despaletização, o que iria originar paragens na linha por falta de material. A mesma situação ocorre no RBO de Saída e Wuwer de Saída, uma vez que o tempo das atividades é superior ao tempo de paletização, o que provocaria paragens de linha por saída cheia.

De modo a possibilitar esta alteração sugeriu-se o investimento numa nova linha automática para substituir a linha manual, de modo a eliminar as atividades extra que os operadores das Wuwers têm de realizar, isto é, de empurrar as paletes da linha manual onde o operador da Wuwer de Saída empurra até meio da linha e o operador da Wuwer de Entrada empurra a restante parte da linha.

Uma vez retiradas as atividades mais demoradas ao operador das Wuwers é então possível eliminar este posto de trabalho, passando estas atividades a serem realizadas pelos operadores dos RBOs de Entrada e Saída. Contudo, e de modo a eliminar outras tarefas desnecessários dos operadores, propôs-se mudar os controladores das Wuwer para o meio dos RBOs, diminuindo a distância de deslocamento do operador para programar a Wuwer. Com estas propostas

pretendeu-se que o *layout* das zonas de entrada e saída passasse a ser como o representado na Figura 66, onde apenas se procedeu à mudança dos controladores das Wuwers.



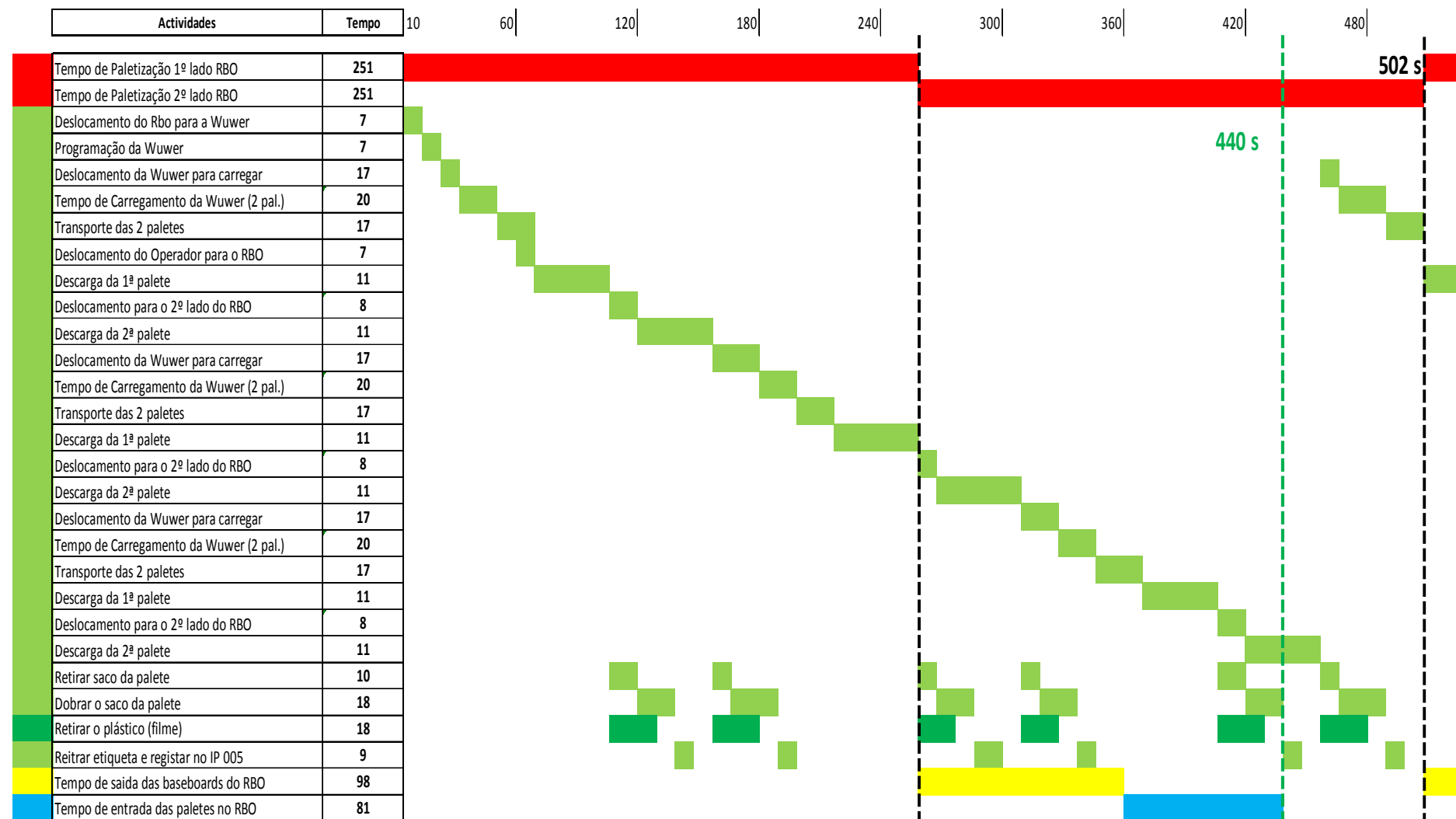
**Figura 66.** Disposição futura dos postos de trabalho Wuwer de entrada e Wuwer de Saída

Com estas alterações passava a ser possível eliminar os postos de trabalho da Wuwer. No que diz respeito ao RBO de Saída não existe qualquer problema, uma vez que as saídas do RBO permitem a acumulação de 4 paletes. Como o RBO paletiza 2 de cada vez, o operador passa a ter disponível o tempo de paletização de dois ciclos, ou seja  $2 \times 290$  s.

Quanto ao RBO de Entrada voltou a realizar-se um estudo de tempos simulando as novas condições de trabalho, estando os resultados ilustrados na Figura 67.

Pela análise da figura é possível observar que o operador do RBO de Entrada tem tempo para realizar todas as suas atividades, incluindo as que anteriormente pertenciam ao operador da Wuwer, sendo que algumas podem ser efetuadas simultaneamente.

Contudo, esta proposta exigia que quando se iniciasse a produção, ou se trocasse de referência os dois lados do RBO estivessem carregados com paletes. Assim, após o RBO despaletizar o primeiro lado e, enquanto saíam as baseboards (base onde são colocadas as peças) e entravam novas paletes, o RBO despaletiza do outro lado. Deste modo, é sempre possível carregar um lado do RBO enquanto o outro é despaletizado, uma vez que o segundo lado acaba de ser despaletizado passados 502s mas aos 440s já se garante o carregamento do lado que foi despaletizado em primeiro lugar. Mantendo este ciclo em contínuo garantia-se que a linha nunca parava por falta de material.



**Figura 67.** Tempo de ciclo das tarefas do operador do RBO de entrada vs. Tempo de ciclo de despaletização

### 5.3.2. Redução de custos com tintas

Outra proposta de melhoria apresentada prendia-se com a redução dos custos com as tintas utilizadas. Tal como a proposta anterior, esta apenas se tornaria possível depois de normalizados os métodos de trabalho.

Esta proposta consistia em monitorizar a gramagem de tinta aplicada por metro quadrado pintado. O fornecedor de tintas determinava os intervalos de aplicabilidade, ou seja, numa ficha técnica apresentava, para cada cor, quais são as quantidades mínimas e máximas que se poderiam aplicar por metro quadrado. Contudo, estes intervalos eram bastante abrangentes sendo que em diversas tintas permitiam uma variação muito grande de aplicação.

Numa tentativa de minimizar custos, através da aplicação de menos quantidade de tinta, realizou-se um controlo estatístico à gramagem aplicada. Este controlo é realizado com base na gramagem medida hora-a-hora pelos operadores e é registada numa base de dados. Com as informações recolhidas foi possível observar o comportamento de aplicação de tintas, obtendo-se a média e o desvio-padrão, definindo assim os novos intervalos de aplicação (Anexo 10).

A partir dos dados obtidos e confrontando com as taxas de qualidade, pode-se estabelecer intervalos mais apertados de aplicação, respeitando as quantidades mínimas estabelecidas pelo fornecedor, para evitar problemas de qualidade. Deste modo os operadores não tinham tanta liberdade em relação à quantidade de tinta aplicada, sendo que no final, o custo com as tintas era reduzido, numa fase inicial, de 6 a 20%.

Na Tabela 13 apresentam-se os dados relativos às instruções de aplicação de tintas estipuladas pelo fornecedor e o sugerido após o controlo estatístico. O exemplo consiste nas gramagens aplicadas na cor White 5.

**Tabela 13.** Valores de aplicação do fornecedor vs. propostos

<b>White 5</b>			
<b>Fornecedor</b>		<b>Proposto</b>	
Tinta	Gramagem*	Tinta	Gramagem
<b>Filler</b>	15 - 30	<b>Filler</b>	18 - 25
<b>Sealer</b>	8 - 15	<b>Sealer</b>	9 - 14
<b>Base 1</b>	9 - 12	<b>Base 1</b>	9 - 12
<b>Base 2</b>	11 - 15	<b>Base 2</b>	11 - 14
<b>Base 3</b>	11 - 15	<b>Base 3</b>	11 - 13
<b>Top</b>	19 - 23	<b>Top</b>	19 - 21

\* Limites ótimos de aplicação

Esta proposta pretendeu minimizar as variações ocorridas na gramagem aplicada e a quantidade aplicada mas garantindo a qualidade do produto. Como se verifica pela tabela anterior, os intervalos de aplicação foram reduzidos. Estes intervalos englobam 95,4% dos valores observados, dado que foram obtidos considerando para mínimo a média menos dois desvios-padrão e para máximo a média mais dois desvios-padrão  $[\mu-2\sigma; \mu+2\sigma]$ .

Na prática o que acontecia nas linhas de pintura era a aplicação por excesso de tinta nas peças, pois tornava-se mais fácil “esconder” possíveis defeitos de pintura.





## 6. DISCUSSÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

No presente capítulo apresentam-se todos os resultados obtidos ao longo deste projeto. Desta forma, a Tabela 14 apresenta o comportamento dos indicadores de desempenho medidos ao longo dos seis meses de realização do trabalho na área de produção em estudo e a sua variação entre o início do projeto e o seu final.

**Tabela 14.** Valores dos indicadores de desempenho ao longo do projeto

Indicador	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Δ (Fev.– Jul.)
<b>Eficiência (%)</b>	43	42,5	45	48	48	49	+ 14 %
<b>Retrabalho (%)</b>	3,72	3,59	2,54	2,27	2,79	2,49	- 33 %
<b>Sucata (%)</b>	0,321	0,273	0,226	0,224	0,294	0,22	- 31 %
<b>Horas Extra (%)</b>	8,77	5,76	4,07	4,59	1,04	2,02	- 77 %

Pela análise da tabela anterior verifica-se que o indicador da **Eficiência** teve um aumento significativo ao longo do projeto (6%). Como o seu cálculo é realizado através do produto da Disponibilidade pela Performance, verifica-se que ambas foram melhoradas.

### 6.1. Melhoria da eficiência pela redução do tempo das preparações

Relativamente à **Disponibilidade**, tal como foi referido anteriormente, esta era afetada principalmente pelos setups. Na Tabela 15 é possível observar o comportamento dos setups ao longo do projeto, quer em relação ao tempo que demoravam, quer em relação ao número de vezes que ocorriam.

**Tabela 15.** Variação dos setups ao longo do projeto

Setup		Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Δ (Fev.– Jul.)
<b>Cor</b>	Tempo (min)	13,58	15,18	17,42	13,5	14,00	15,21	+ 12 %
	Frequência	26	39	26	42	25	14	- 46 %
<b>Referência</b>	Tempo (min)	3,42	3,16	2,94	2,93	2,92	2,98	- 13 %
	Frequência	814	1095	782	930	680	606	- 26 %
<b>Lixas</b>	Tempo (min)	3,17	2,63	2,98	3,15	3,22	3,03	- 2 %
	Frequência	83	139	95	110	63	80	- 4 %
<b>Altura de Linha</b>	Tempo (min)	4,67	4,8	4,18	4,45	4,48	5,24	+ 12 %
	Frequência	82	103	107	103	50	55	- 33 %

Pela observação da tabela anterior é possível verificar que o tempo de realização do setup de cor aumentou, apesar da proposta de aquisição do acessório para ajuda na limpeza dos caleiros. Este setup é bastante variável, quer em relação ao tempo, quer em relação ao número de vezes que ocorre.

Verifica-se ainda que o tempo de execução do setup de troca de referência diminuiu cerca de 0,44 min. (13%) e o número de vezes realizado reduziu para 606 (menos 208 vezes). Esta melhoria é justificada pela substituição dos parafusos das guias orientadoras pelos apertos rápido, o que faz com que o tempo do setup passe a ser controlado pelo tempo de alteração do programa de paletização.

Quanto ao setup de altura de linha verifica-se que apesar de um ligeiro aumento no tempo de realização, o número de vezes que foi realizado desceu quase para metade. Esta melhoria é justificada pela aquisição da plataforma que permite realizar os testes da área de produção anterior sem alterar a altura da linha. Em relação ao aumento do tempo de execução do setup é necessário realizar mais medições, dado que os operadores encontravam-se em período de aprendizagem quando estes dados foram recolhidos.

## 6.2. Melhoria da eficiência pela redução do número de paragens

Relativamente à **Performance** esta era afetada principalmente pelas microparagens (Anomalias ao Funcionamento), nomeadamente do RBO de Entrada e do RBO de Saída. Na Tabela 16 apresenta-se o relatório das 20 paragens mais significativas da área do Lacquering do mês de Julho, último mês de elaboração do projeto.

**Tabela 16.** Tempo de paragem (Julho)

<b>Tipo Paragem</b>	<b>Descrição da Paragem</b>	<b>T. Paragem (h)</b>
SET	Setup troca de ref <sup>a</sup>	42,26
PP	Limpeza técnica	32,23
PP	Reuniões e Sensibilizações planeadas	22,90
PP	Falta de carga	22,83
PP	Turno Incompleto	21,83
ANF	RBO Entrada	13,53
POQ	Refeições	11,08
POQ	Limpeza	9,83
POQ	Falta de espaço à saída	8,29
POQ	Ajustes Top	7,48

POQ	Troca de ref <sup>o</sup> ou palete - alimentação ma	7,01
SET	Setup altura da linha	6,64
POQ	Falta de capacidade da Wuwer - Entrada	5,59
SET	Setup de cor	5,46
PP	Trial	5,17
ANF	RBO saída	5,10
SET	Setup lixas	5,00
POQ	Ajustes de Printing	4,81
POQ	Processo / Qualidade	4,34
POQ	Falta de semi-produto para produzir	2,46
	Total	243,84

Pela análise da tabela anterior e em comparação com os dados das paragens de Fevereiro (Tabela 6, secção 4.5.2), observou-se um aumento de 8,87h do tempo total de paragem, que pode ser justificado pelo número de horas despendidas em reuniões e sensibilizações planeadas (passou de 12,22 para 22,9 horas).

Todavia, verifica-se uma redução das paragens dos RBOs de Entrada e Saída. No de entrada verificou-se uma redução de 4,68 horas de paragem (cerca 35%) que se justifica pela criação de método para a resolução dos problemas e respetiva formação. Para além disso, a marcação do centro do RBO permitiu uma mais rápida resolução dos problemas.

Quanto ao RBO de Saída, verifica-se uma redução de 47% no tempo de paragem (início 7,51 horas, fim 5,1 horas). Esta redução dos tempos de paragem é justificada pela criação do sistema Poka-Yoke limitador de altura à entrada dos RBO, eliminando assim as paragens por erro dos sensores.

### 6.3. Redução da instabilidade do processo

De seguida apresentam-se os resultados obtidos com as propostas para reduzir a instabilidade do processo, através da redução do retrabalho e da sucata.

#### 6.3.1. Redução da taxa de retrabalho

Para o indicador de **Retrabalho**, ou seja, de não qualidade verificou-se uma melhoria de 25% ao longo do projeto (início 3,72%, fim 2,79%). Esta melhoria deveu-se principalmente à criação de um método único (o mais eficaz) para a resolução dos defeitos de pintura e à sua formação

aos colaboradores, garantindo que todos passavam a resolver o mesmo tipo de defeito da mesma forma.

Esta normalização dos métodos de resolução de problemas, para além de ter permitido reduzir o número de defeitos, permitiu também diminuir o tempo da sua resolução. A Tabela 17 mostra o número de peças com defeitos no início e no final do projeto, assim com a sua variação.

**Tabela 17.** Variação do número de peças com defeitos ao longo do projeto

Descrição do Defeito	Número de defeitos		
	Fevereiro	Julho	$\Delta$
Casca de laranja (Meio)	17165	12730	-4435
<b>Riscos do top</b>	12484	5694	-6790
Superfície c/ buracos	7242	9320	2078
Casca de laranja (Frame)	4095	6306	2211
Excesso de produto	3683	1860	-1823
Salpicos de tinta	2776	1925	-851
Excesso filler/sealer	2365	743	-1622
Manchas paragem de linha	2135	1948	-187
Peças danificadas	2025	1480	-545
Manchas printing	1901	574	-1327
Superfície riscada	1352	59	-1293
Empeno do HDF	1002	321	-681
Tinta descascada	1004	388	-616
Desbaste HDF	1010	1095	85
Orientação errada	1006	441	-565
<b>Total</b>	<b>61245</b>	<b>44884</b>	<b>-16361</b>

Descrição do Defeito	Número de defeitos		
	Fevereiro	Julho	$\Delta$
Riscos do printing (Transversal)	878	1057	179
Riscos do printing (Vertical)	787	1631	844
Estrias printing	399	102	-297
Casca de laranja frames (orla)	396	504	108
Riscos do embossing	345	85	-260
Falta de pintura	327	310	-17
Cor incorrecta	295	165	-130
Riscos de pressão da lixagem	292	675	383
Peças com empeno	202	129	-73
Brilho incorrecto	116	60	-56
Diferenças de brilho	127	257	130
Riscos do filler	127	200	73
Falta de embossing	79	53	-26
Pintura lado errado	30	6	-24
<b>Total</b>	<b>61245</b>	<b>44884</b>	<b>-16361</b>

Verifica-se pela tabela anterior que os riscos do Top sofreram uma redução de mais de 50%, o que se explica pela adaptação dos raspadores a um sistema Poka-Yoke, de modo a lâmina correta. Para além desta redução dos defeitos, este sistema permitiu diminuir o custo com os rolos de tinta, uma vez que se danificaram menos rolos.

### 6.3.2. Redução da taxa de sucata

Relativamente ao indicador da **Sucata** verifica-se que sofreu uma melhoria de 31,5% (início 0,321%, fim 0,22%). Para isso, a normalização dos parâmetros de produção foi fundamental, uma vez que permitiu a utilização de parâmetros que garantiam a correta pintura dos elementos. Desta forma, a principal causa de Sucata (Desbaste nas peças) foi reduzida significativamente (82%), como se observa pela Tabela 18.

**Tabela 18.** Variação do valor da sucata ao longo do projeto

Motivo de Sucata	Valor (€)		
	Fev.	Jul.	Δ
Desbaste	10.276,98	1.886,69	-8.390,30
Segregação no Final da Linha	2.072,08	1.522,61	-549,47
Transporte Automático	1.531,08	1.238,57	-292,51
3º RW	676,82	630,59	-46,23
Movimentação de Paletes	302,60	461,43	158,83
Processo tecnológico	145,78	98,07	-47,71
Derrames	109,83	9,11	-100,72
Sucata de Matéria-prima	82,26	4,39	-77,87
Paragem da linha (Cura)	61,62	3,89	-57,72
Peças Queimadas	46,13	2,29	-43,83
Total	15.305,17	5.857,64	-9.447,53

### 6.3.3. Redução da variação do processo

Embora não quantificadas devido à dificuldade em fazê-lo, as melhorias sugeridas através dos conceitos dos 5S e de Gestão Visual influenciaram diretamente e de forma positiva os indicadores de desempenho. Com essas pequenas melhorias foi possível aumentar a eficiência, diminuir a taxa de retrabalho e a taxa de sucata.

Contudo, como já era prática da Swedwood, foram feitas duas auditorias de 5S à área de produção no decorrer do projeto e os resultados encontram-se na Tabela 19.

**Tabela 19.** Evolução da pontuação das auditorias 5S

Mês	Setembro	Novembro	Janeiro	Março	Julho
Pontuação	70	55	72	78	85

Pela análise da tabela anterior, verificou-se um aumento considerável na pontuação atribuída à área, o que demonstra o bom trabalho dos operadores que têm cada vez mais consciência das vantagens desta ferramenta.

Para além disso, a envolvimento dos colaboradores nestas melhorias permitiu aumentar a sua motivação e importância face ao trabalho por eles realizado. Este facto interferiu diretamente na sua aceitação às formações que lhes eram sugeridas, sendo que muitos dos colaboradores solicitavam para serem formados em outros postos de trabalho que não o deles, por forma a sentirem-se mais valorizados. Estas situações permitiram, por um lado criar mais polivalência aos operadores, como se ilustra a matriz de competências atualizada após o projeto, Figura 68, e por outro, normalizar toda a área de produção ao nível dos processos produtivos, em relação aos parâmetros de produção utilizados e em relação ao método de resolução de problemas/defeitos de pintura.

Matriz de Competências												
Operador	N.º	Wuwer Entrada	RBO Entrada	Operador de Linha	Line Leader	Inspeção	RBO Saída	Wuwer Saída	Stacker	Empilhador	Material Handler	Stock Leader
	18											
	24											
	32											
	100											
	138											
	157											
	158											
...												
	1371											
	1474											
	1549											
	1828											
	1905											
	1906											

	Sem qualificações para trabalhar no posto
	Familiar com alguns elementos do trabalho
	Pode trabalhar no posto com ajuda

	Trabalha no posto sozinho
	Pode ensinar outros

**Figura 68.** Matriz de competências após formação

#### 6.4. Resultados da aplicação do controlo estatístico da gramagem

Relativamente à proposta do controlo estatístico da gramagem de tinta aplicada verificou-se em duas semanas, com os novos valores propostos, uma redução do custo por metro quadrado de cerca de 2%, havendo tintas onde a redução chegou a 4%.

Esta proposta, pela redução de custos que permite, é bastante vantajosa para a empresa sendo, por isso, proposto que se continue a desenvolver este trabalho de recolha de dados e correspondente análise estatística. É também importante sensibilizar os operadores que com menos tinta é possível obter o mesmo nível de qualidade, uma vez que a qualidade do produto não depende apenas da tinta aplicada, mas sim das condições da sua aplicação e dos restantes parâmetros da linha, principalmente lixagem e pressões aplicadas pelos rolos nas peças.





## **7. CONCLUSÃO**

Neste último capítulo da dissertação são apresentadas as conclusões do trabalho realizado. Para além disso, e porque depois de uma melhoria é sempre possível melhorar mais, apresentam-se alguns pontos que devem ser desenvolvidos para trabalho futuro com o objetivo de melhorar continuamente o processo produtivo.

### **7.1. Conclusões**

O principal objetivo desta dissertação consistiu na normalização dos postos de trabalho da área de pintura (Lacquering) da empresa Swedwood Portugal. Na fase em que o projeto se iniciou os indicadores de desempenho desta área eram bastantes inferiores quando comparados com os indicadores gerais da fábrica. Desta forma surgiu a necessidade de se tomarem medidas para aumentar a consistência do processo e, por conseguinte, melhorar os indicadores.

Para se perceber onde estavam as possíveis causas para os fracos resultados foi necessário conhecer pormenorizadamente o sistema produtivo, nomeadamente os aspetos e restrições técnicas. Para além disso, foi importante perceber os fluxos da área, quer de materiais e informação, quer de pessoas.

Assim, iniciou-se o projeto com a realização de um VSM representativo do fluxo de valor do estado atual de um produto ao longo de todo o processo produtivo. Depois, como o projeto apenas foi desenvolvido na área de pintura, procedeu-se a uma análise detalhada do VSM nesta área e analisaram-se os dados recolhidos relativos às paragens, aos defeitos de qualidade e às causas de retrabalho e sucata. Desta forma foi possível identificar vários problemas que podiam ser as causas para os resultados obtidos até à data. Para além disso, foram identificadas algumas oportunidades de melhoria.

Identificou-se que a principal causa dos problemas encontrados era a falta de método por parte dos operadores, ou seja, não existia um procedimento estabelecido que servisse de linha orientadora aos operadores. Desta forma, cada equipa de trabalho tinha os seus próprios métodos, executando as tarefas da forma que achavam mais conveniente. Isto traduzia-se diretamente nos resultados da eficiência, retrabalho, sucata e horas-extra.

Assim, apresentaram-se algumas propostas de melhoria que incluíam a aplicação de ferramentas e/ou conceitos Lean. As propostas sugeridas são fundamentalmente de

normalização, isto é, normalização dos processos do processo de pintura, normalização dos parâmetros de produção e normalização da resolução dos problemas provocados pelos defeitos de pintura.

Porém, a normalização exigia um determinado nível de consistência e robustez no processo que não se verificava no início deste projeto. Para colmatar esta situação foram sugeridas várias propostas que se denominaram de pré-normalização, dado que o principal objetivo destas era garantir a estabilidade necessária ao processo para que fosse possível normalizá-lo.

Nestas propostas de normalização foram encontradas algumas dificuldades, não pela recolha de informação e documentação do melhor método, mas pela resistência inicial à mudança por parte dos operadores. Dos procedimentos variáveis que se observavam entre as várias equipas, todas elas afirmavam que realizavam a tarefa utilizando o melhor método, sendo que mudar esta atitude foi um processo bastante difícil e moroso, mas alcançado. O resultado deste trabalho é facilmente constatado no capítulo anterior, sendo que todo o mérito deve ser dado aos operadores porque só com a abertura deles para a mudança é que foi possível obter estes resultados. Foi assim possível melhorar em 14% a eficiência da área em estudo e diminuir em 33% e 31% a taxa de retrabalho e de sucata, respetivamente.

Devido aos bons resultados que se iam verificando ao longo do projeto, foi ainda possível apresentarem-se outras propostas caracterizadas de pós-normalização, dado que a sua aplicabilidade só foi possível depois de todos os processos estarem devidamente normalizados. Estas propostas pretendem reduzir custos para a empresa embora a primeira, de substituição da linha manual por uma nova linha automática, implique um investimento significativo.

É importante referir, no âmbito de todo o trabalho desenvolvido, que a utilização das ferramentas Lean está muito dependente dos objetivos da empresa e dos problemas que se pretendem minimizar em primeiro lugar. Acerca deste tema é importante referir que nem sempre a ordem de utilização de ferramentas definidas nas várias metodologias é possível de ser utilizada, ficando ao critério do responsável pela sua implementação a definição da ordem pela qual vai recorrer ao uso das ferramentas. No entanto, é normal que em fases iniciais de implementação da filosofia Lean Production se recorram a ferramentas e conceitos que permitam estabilizar os processos como os 5S, Gestão Visual e SMED.

## 7.2. Trabalho Futuro

Ao longo do projeto de dissertação várias ações foram realizadas de modo a resolver, ou pelo menos minimizar os problemas identificados no âmbito do objetivo principal que era a normalização do trabalho.

Torna-se, assim fundamental garantir que os resultados obtidos são sustentados. Para isso é importante o suporte das chefias na valorização do trabalho realizado pelos operadores e o suporte do formador para garantir que os conceitos adquiridos não são esquecidos, lembrando os conceitos através de formações.

Para tornar o processo mais robusto e estável é importante controlar todas as variáveis do mesmo, sugerindo-se para trabalho a desenvolver futuramente o controlo estatístico do processo produtivo, com o objetivo de garantir que o processo não sofra variações.

Para trabalho futuro sugere-se também um estudo para perceber se no setup de cor seria vantajoso proceder à troca da bomba e acumulador de tinta em vez de os limparem. Para procederem a esta limpeza os operadores necessitam de bombear líquido de limpeza durante cerca de 3 minutos. Para além deste tempo, há também algum desperdício de tinta, uma vez que esta se mistura com o líquido de limpeza. Com esta sugestão pretende-se diminuir o tempo de setup de cor e o desperdício de tinta.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 107(1), 223-236.
- Anand, G., & Kodali, R. (2010). Development of a framework for implementation of lean manufacturing systems. *Int. J. Management Practice*, 4(1), 95-116.
- Arbos, L. C. (2002). Design of a rapid response and high efficiency service by lean production principles: Methodology and evaluation of variability of performance. *International Journal of Production Economics*, 80(2), 169-183.
- Bhasin, S. (2012). Performance of Lean in large organizations. *Journal of Manufacturing Systems*.
- Bhasin, S., & Burcher, P. (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(1), 56 - 72.
- Bicheno, J. (2000). *The Lean Toolbox* (Second Edition ed.): PICSIE Books.
- Brunt, D., & Butterworth, C. (2001). Waste elimination - a supply chain perspective *Manufacturing Operations and Supply Chain Management* (pp. 79 - 87): Thomson Learning.
- Cakmakci, M. (2009). Process improvement: performance analysis of the setup time reduction-SMED in the automobile industry. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 41(1-2), 168-179.
- Carvalho, R., Alves, A., & Lopes, I. (2011). *Principles and Practices of Lean Production applied in a Metal Structures Production System* Paper presented at the World Congress on Engineering.
- Coimbra, E. A. (2009). *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*: Kaizen Institute Consulting Group Ltd.
- Costa, P., Alves, A., & Sousa, R. (2008). *Implementação da metodologia Quick Changeover numa linha de montagem final de auto-rádios: para além da técnica SMED*. Paper presented at the 5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia.
- Courtois, A., Pillet, M., & Martin-Bonnefous, C. (2003). *Gestão da Produção* (6ª Edição ed.): Lidel.

- Czabke, J. (2007). *Lean Thinking in the Secondary Wood Products Industry: Challenges and Benefits*. Oregon State University.
- Deming, W. E. (1998). A system of profound knowledge *The Economic Impact of Knowledge* (pp. 161 - 174): Butterworth-Heinemann.
- Dennis, P. (2007). *Lean Production Simplified* (2ª Edição ed.): Productivity Press.
- Feld, W. M. (2001). *Lean Manufacturing: Tools, Techniques, and How To Use Them*. USA: St. Lucie Press.
- Goforth, K. A. (2007). Adapting Lean Manufacturing Principles to the Textile industry. Master of Science Thesis. Raleigh, North Carolina, USA.
- Greif, M. (1991). *The Visual Factory: Building Participation Through Shared Information* (1ª Edição ed.): Productivity Press.
- Groesbeck, R. (2005). Class notes for the course in production systems improvement: Virginia Tech.
- Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace: The Sourcebook for 5S Implementation*. Portland, Oregon: Productivity Press.
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420-437.
- Hunter, S. L. (2008). The Toyota Production System applied to the upholstery furniture manufacturing industry. *Materials and Manufacturing Processes*, 23(7).
- IKEA. (2012). Catálogo IKEA. Consultado a 28/07/2012 em <http://www.ikea.com/pt/pt/catalog/allproducts/>
- Jang, Y., & Lee, J. (1998). Factors influencing the success of management consulting projects. *International Journal of Project Management*, 16(2), 67-72.
- Juran, J. M., & De Feo, J. M. (2010). *Juran's Quality Handbook: The complete guide to performance excellence* (6ª edição ed.): McGraw Hill.
- Lee, Q., & Snyder, B. (2006). *The Strategos Guide to Value Stream & Process Mapping: Genesis of Manufacturing Strategy*. USA: Enna Products Corporation.
- Li, Nan (2007). The Mobility of Lean Production: A Study of How the Concept of Lean Production has been Disseminated throughout the World. Department of Management and Engineering. Linköping University.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way - 14 Management Principles from the World's greatest manufacturer*: McGraw Hill.

- Maia, L. C., Alves, A. C., & Leão, C. P. (2011). *Metodologias para implementar Lean Production: uma revisão crítica de literatura*. Paper presented at the Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia.
- Marchwinski, C., Shook, J., & Schroeder, A. (2008). *Lean Lexicon: a graphical glossary for Lean Thinkers*. Cambridge, MA, USA: Lean Enterprise Institute.
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing - What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research & Design*, 83(A6), 662-673.
- Monden, Y. (1983). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time* (1ª Edição ed.): Institute Industrial Engineers.
- Moreira, A. C., & Paes, G. C. S. (2010). Single Minute Exchange of Die. A Case Study Implementation (Vol. 6, pp. 129 - 146): Journal of Technology Management & Innovation.
- O'Brien, R. (1998). An Overview of the Methodological Approach of Action Research, *Theory and Practice of Action Research*. University of Toronto.
- Ohno, T. (1988a). *Workplace Management*. Productivity Press.
- Ohno, T. (1988b). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Osborn, A. F. (1979). *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Thinking*. Charles Scribner's Sons.
- Pavnaskar, S. J., Gershenson, J. K., & Jambekar, A. B. (2003). Classification scheme for lean manufacturing tools. *International Journal of Production Research*, 41(13), 3075-3090.
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. Lidel.
- Priberam. (2012). Definição de Normalização. Consultado a 20/07/2012 em <http://www.priberam.pt/dlpo/>
- Quesada-Pineda, H., & Gazo, R. (2007). Best manufacturing practices and their linkage to top-performing companies in the US furniture industry. *Benchmarking: An International Journal*, 14(2), 211-221.
- Ramakumar, A., & Cooper, B. (2004). Process Standardization Proves Profitable. *Quality*, 43(2), 42 - 45.
- Rivera, L., & Chen, F. F. (2007). Measuring the impact of Lean tools on the cost-time investment of a product using cost-time profiles. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 23(6).



- Rocha, G., Alves, A., & Braga, F. (2011). *Implementação de um sistema Pull numa linha de montagem de componentes electrónicos*. Paper presented at the Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to See: value-stream mapping to create value and eliminate muda*. Massachusetts, USA: The Lean Enterprise Institute.
- Sabri, S., & Shayan, E. (2004). *Lean Strategies for Furniture Manufacturing*. Paper presented at the Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems.
- Sahoo, A. K., Singh, N. K., Shankar, R., & Tiwari, M. K. (2008). Lean philosophy: implementation in a forging company. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 36(5-6), 451-462.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129-149.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785-805.
- Shingo, S. (1985). A Revolution in Manufacturing - The SMED system. *Research Management*, 28(5).
- Shingo, S. (1986). *Zero Quality Control: Source Inspection and Poka-Yoke System*. Portland, Oregon: Productivity Press.
- Shingo, S. (1989). *A Study of the Toyota Production System*.
- Shook, J. (2008). *Managing to Learn: Using the A3 Management Process*. Cambridge, USA: Lean Enterprise Institute.
- Silva, C., Tantardini, M., Staudacher, A., & Salviano, K. (2010). *Lean Production Implementation: A survey in Portugal and the comparison of results with Italian, UK and USA companies*. Paper presented at the EurOMA Conference, Porto.
- Sousa, M. J., & Baptista, C. S. (2011). *Como fazer Investigação, Dissertações, Teses e Relatórios segundo Bolonha*. Pactor - Grupo Lidel.
- Spear, S., & Bowen, H. K. (1999). Decoding the DNA of the Toyota Production System. *Harvard Business Review*, 77(5).
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research.
- Suzaki, Kiyoshi. (1993). *The New Shoop Floor Management: Empowering People for Continuous Improvement*. The Free Press.

- Swaminathan, J. M. (2001). Enabling customization using standardized operations. *California Management Review*, 43(3).
- Swedwood. (2012). Publicações Internas Swedwood.
- The Productivity Press Development Team. (1996a). *5S for Operators: 5 Pillar of the Visual Workplace*. Productivity Press.
- The Productivity Press Development Team. (1996b). *Quick Changeover for Operators: The SMED System*. Portland, Oregon: Productivity Press.
- The Productivity Press Development Team. (2002). *Standard Work for the Shopfloor*. New York: Productivity Press.
- Ungan, M. (2006a). Towards a better understanding of process documentation. *The TQM Magazine*, 18(4), 400 - 409.
- Ungan, M. (2006b). Standardization through process documentation. *Business Process Management Journal*, 12(2), 135 - 148.
- Van Goubergen, D., & Van Landedhem, H. (2002). Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 18, 205 - 214.
- Villiers, F. d. (2008). The Illustrated Lean Cookbook. The Lean, Agile and Worldclass Manufacturing.
- Warnecke, H. J., & Huser, M. (1995). Lean production. *International Journal of Production Economics*, 41(1-3).
- Wettig, J. (2002). New developments in standardisation in the past 15 years - product versus process related standards. *Safety Science*, 40(1-4).
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York, USA: Simon & Schuster, Inc.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1998). A Mentalidade Enxuta nas Empresas. Rio de Janeiro.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that changed the World*. New York: Rawson Associates.
- Wuollenweber, K., Beimborn, D., Weitzel, T., & Koenig, W. (2008). The impact of process standardization on business process outsourcing success. *Information Systems Frontiers*, 10(2), 211-224.

- Yang, T., & Su, C. T. (2006). Application of hoshin kanri for productivity improvement in semiconductor manufacturing company. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 18 (6), 761-775.
- Yao, A. C., & Carlson, J. G. H. (2003). Agility and mixed-model furniture production. *International Journal of Production Economics*, 81-2.
- Ziskovsky, B., & Ziskovsky, J. (2007). Doing More With Less - Goin Lean in Education: Lean Education Enterprises, Inc.

## **ANEXOS**

**Anexo 1** – Símbolos utilizados na construção de um VSM

**Anexo 2** – Organigrama da Swedwood

**Anexo 3** – Análise ABC dos produtos com maiores volumes de produção

**Anexo 4** – VSM para o produto Micke Desk 105x50

**Anexo 5** – Matriz de competências – Lacquering

**Anexo 6** – Standard Operation Sheet – Medição da gramagem

**Anexo 7** – Work Element Sheet – Registo na placa de medição

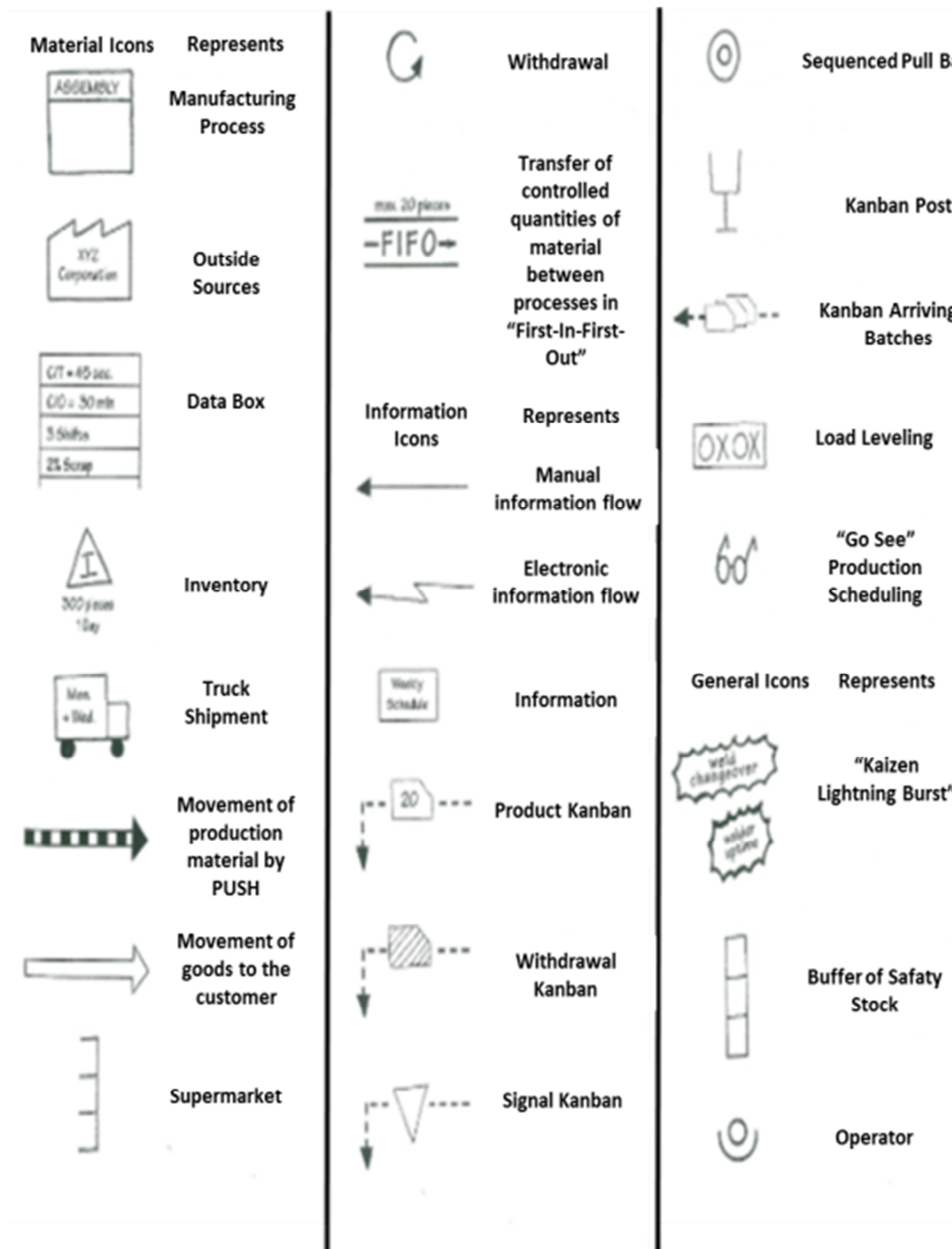
**Anexo 8** – Parâmetros normalizados da 1ª Heesemann

**Anexo 9** – Estudo estatístico das gramagens aplicadas



## **ANEXO 1 – SÍMBOLOS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO DE UM VSM**





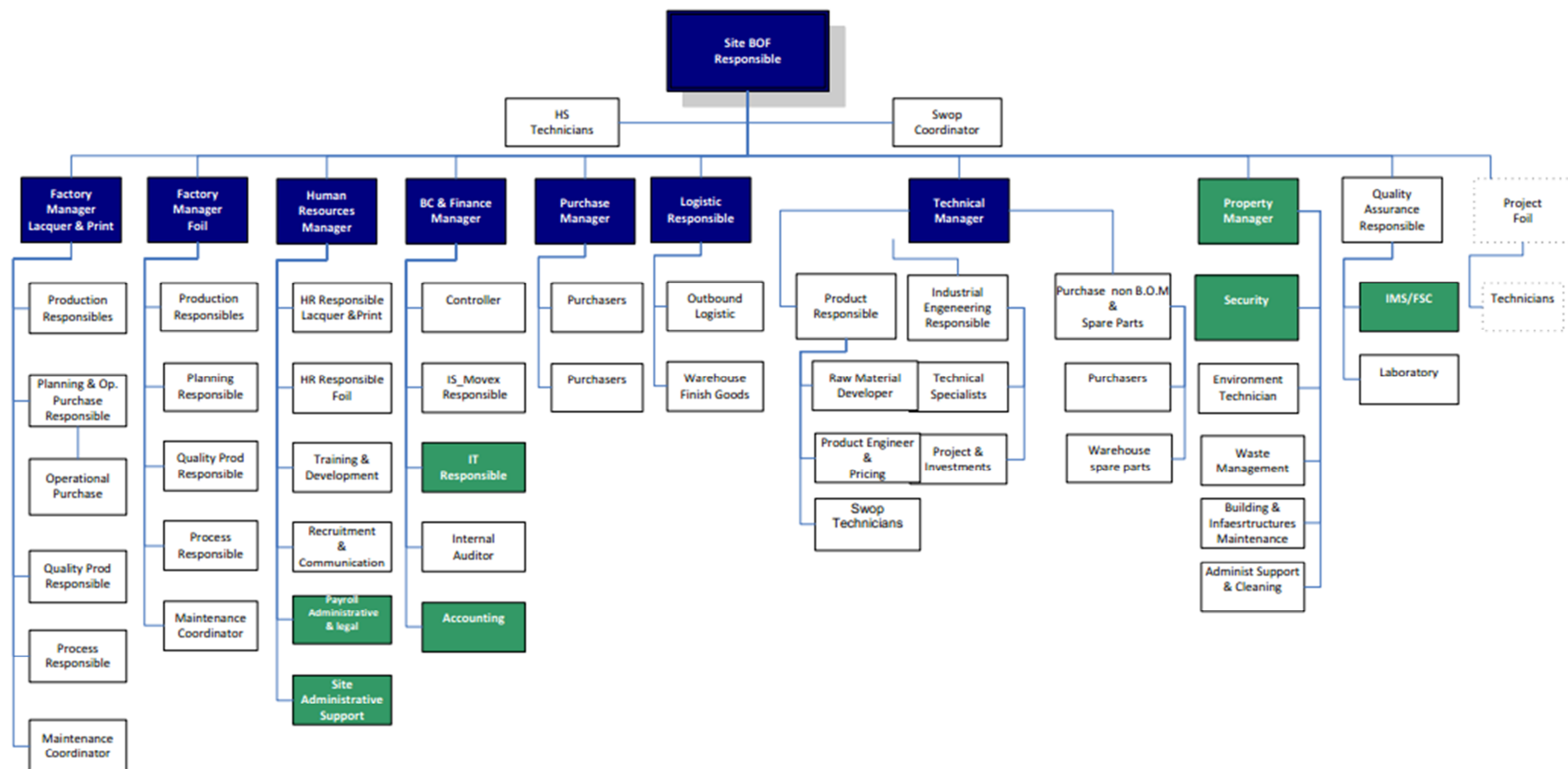
**Figura 69.** Símbolos utilizados na construção do VSM Rother & Shook (2003)





## **ANEXO 2 – ORGANIGRAMA DA SWEDWOOD**





**Figura 70.** Organigrama Swedwood



## **ANEXO 3 – ANÁLISE ABC DOS PRODUTOS COM MAIORES VOLUMES DE PRODUÇÃO**



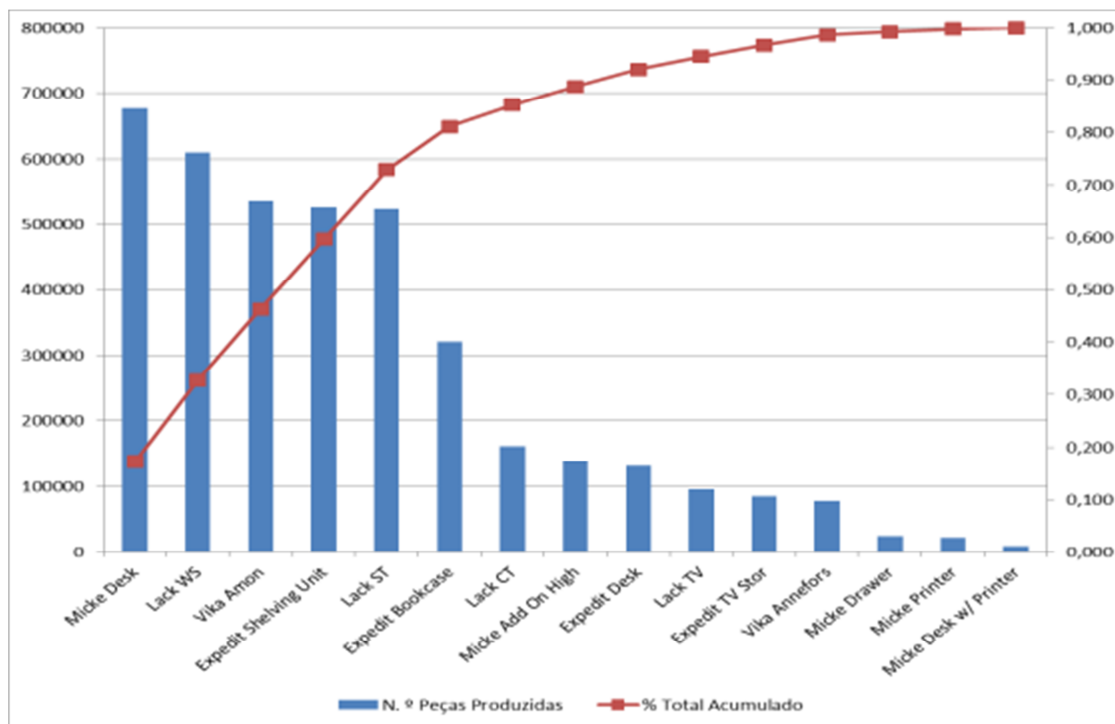
De acordo com os dados de produção do ano anterior procedeu-se à realização de uma análise ABC com o principal objetivo de escolher um produto para se elaborar o respetivo Value Stream Mapping. O produto escolhido devia ser dos produtos mais representativos a nível produtivo.

Assim, na Tabela 20 apresentam-se os dados da produção e a respetiva análise.

<b>Produto</b>	<b>N.º Peças Produzidas</b>	<b>% por produto</b>	<b>% Total Acumulado</b>	<b>Classe</b>
<b>Micke Desk</b>	677388	0,172	0,172	<b>A</b>
<b>Lack WS</b>	610584	0,155	0,327	<b>A</b>
<b>Vika Amon</b>	535376	0,136	0,463	<b>A</b>
<b>Expedit Shelving Unit</b>	526272	0,134	0,597	<b>A</b>
<b>Lack ST</b>	523640	0,133	0,730	<b>A</b>
<b>Expedit Bookcase</b>	320511	0,081	0,811	<b>B</b>
<b>Lack CT</b>	161032	0,041	0,852	<b>B</b>
<b>Micke Add On High</b>	138734	0,035	0,887	<b>B</b>
<b>Expedit Desk</b>	131256	0,033	0,921	<b>B</b>
<b>Lack TV</b>	95472	0,024	0,945	<b>B</b>
<b>Expedit TV Stor</b>	84960	0,022	0,967	<b>B</b>
<b>Vika Annefors</b>	77364	0,020	0,986	<b>B</b>
<b>Micke Drawer</b>	23763	0,006	0,992	<b>C</b>
<b>Micke Printer</b>	21880	0,006	0,998	<b>C</b>
<b>Micke Desk w/ Printer</b>	8150	0,002	1,000	<b>C</b>
<b>Total</b>	<b>3936382</b>	<b>1</b>		

Com base nos dados da tabela criou-se um diagrama de Pareto para ajudar a perceber quais os produtos com maior impacto no total produzido, Figura 71.





**Figura 71.** Gráfico de Pareto dos produtos produzidos

Com base no gráfico é possível observar um ligeiro abrandamento no crescimento da curva do produto Lack ST para o produto Expedit Bookcase. Assim, pode-se concluir que os produtos com maior peso no total de produtos produzidos foram a Micke Desk, a Lack WS, a Vika Amon, a Expedit Shelving Unit e o Lack ST. Por este motivo, estes produtos são considerados de classe A. Pela mesma ordem de raciocínio, observa-se outro abrandamento no crescimento da curva do produto Vika Annefors para a Micke Drawer. Desta forma pode-se considerar os produtos anteriores ao abrandamento de classe B e os posteriores de classe C.

Dos produtos classificados como classe A, a Micke Desk destaca-se pelo maior volume de produção em relação aos restantes produtos sendo, por isso, escolhida para a elaboração do VSM.

## **ANEXO 4 – VSM PARA O PRODUTO MICKE DESK 105X50**



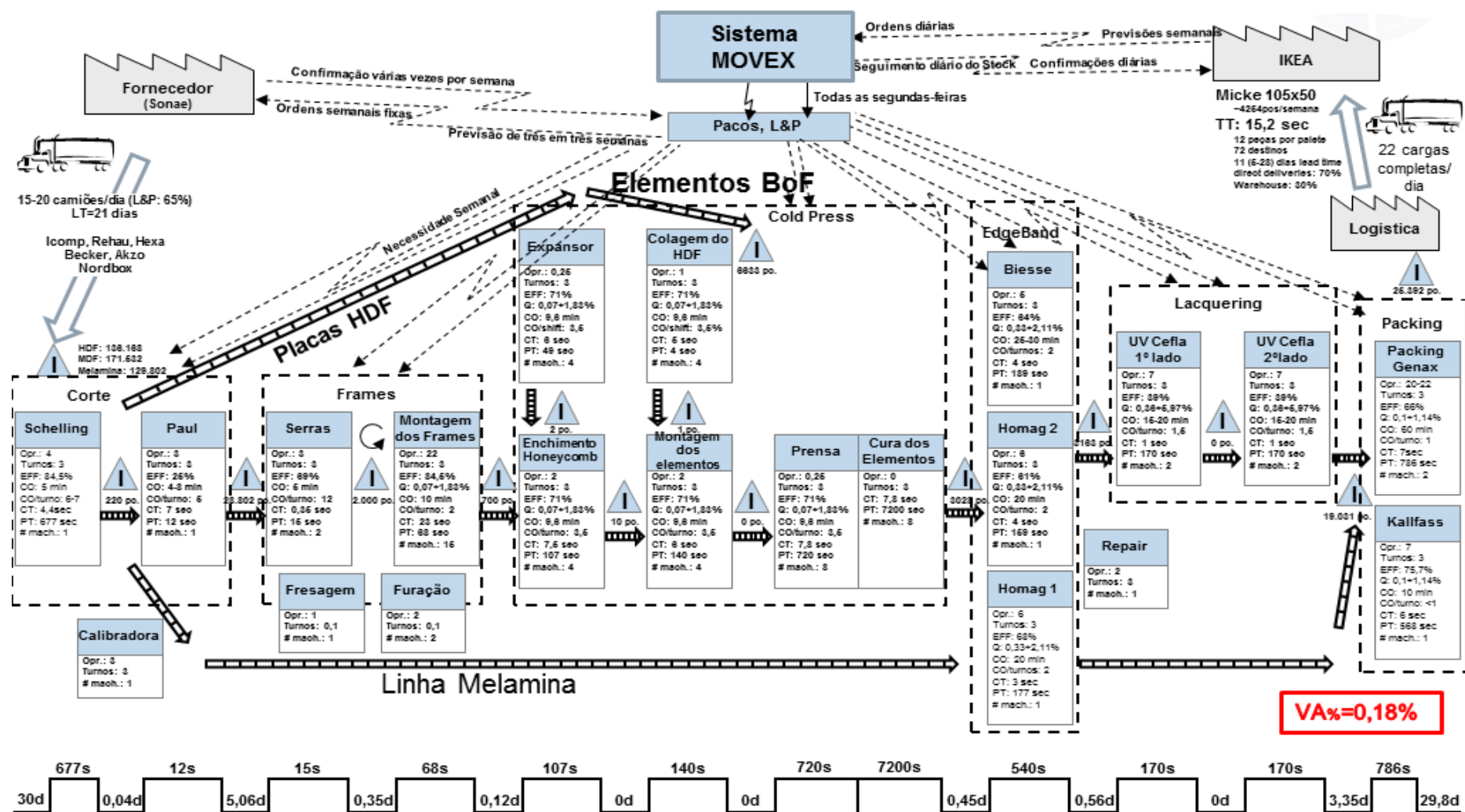


Figura 72. VSM do produto Micke Desk



## **ANEXO 5 – MATRIZ DE COMPETÊNCIAS – LACQUERING**



Matriz de Competências												
Operador	N.º	Wuwer Entrada	RBO Entrada	Operador de Linha	Line Leader	Inspeção	RBO Saída	Wuwer Saída	Stacker	Empilhador	Material Handler	Stock Leader
	18											
	24											
	32											
	100											
	138											
	158											
	162											
	191											
	205											
	206											
	227											
	228											
	242											
	244											
	296											
	300											
	302											
	304											
	306											
	330											
	350											
	362											
	383											
	385											

Figura 73. Matriz de competências Lacquering (parte 1)



Operador	N.º	Wuwer Entrada	RBO Entrada	Operador de Linha	Line Leader	Inspeção	RBO Saída	Wuwer Saída	Stacker	Empilhador	Material Handler	Stock Leader
	397											
	399											
	402											
	406											
	410											
	429											
	435											
	436											
	467											
	474											
	476											
	477											
	480											
	487											
	495											
	521											
	536											
	580											
	587											
	830											
	832											
	957											
	985											
	1006											

**Figura 74.** Matriz de competências Lacquering (parte 2)

Operador	N.º	Wuwer Entrada	RBO Entrada	Operador de Linha	Line Leader	Inspeção	RBO Saída	Wuwer Saída	Stacker	Empilhador	Material Handler	Stock Leader
	1077											
	1183											
	1252											
	1346											
	1371											
	1474											
	1549											
	1828											
	1905											
	1906											
	1943											
	2029											
	2110											
	2112											

**Legenda**






	Sem qualificações para trabalhar no posto		Trabalha no posto sozinho
	Familiar com alguns elementos do trabalho		Pode ensinar outros
	Pode trabalhar no posto com ajuda		

**Figura 75.** Matriz de competências Lacquering (parte 3)



## **ANEXO 6 – STANDARD OPERATION SHEET - MEDIÇÃO DA GRAMAGEM**



		<h2 style="text-align: center;">Standard Operation Sheet</h2>					DATA:	IQ-100-02
							ELABORADO POR:	
FABRICA: Lacquering and Printing	ÁREA: Lacquering	LINHA: Linha 1 e 2	POSTO TRABALHO: Op. Linha e Line-			DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:	INFORMAÇÃO ADICIONAL: 	
SOS - Lacq. - Medição da Gramagem								
Nº	WES	Actividade	Repetição	Tempo de atividade	Caminha	Tempo Acumulado	Pontos Chave	Layout
1		Ligar a balança Linha 2		1		1		
2	WES001	Pegar na placa e escrever os dados		32		33		
3		Lixar a placa		11		44	Simula a lixagem da 1ª Heesmann	
4		Tirar a tara à placa		9		53		
5		Escolher a base apropriada para a altura da linha		3		56	A escolha da base errada pode danificar os rolos de	
6		Deslocar-se para a máquina do Filler			12	68		
7		Colocar a placa na linha		3		71		
8		Deslocar-se para o final do 1º forno IR			14	85		
9		Esperar pela placa e retirá-la da linha		5		90		
10		Deslocar-se para a balança Linha 2			10	100		
11		Pesar a placa, tirar a Tara e registar o valor medido no verso da placa		2		102		
Notas:			Total	66	36		TAKT time:	
AJUDAS EHS:			AJUDAS CHAVE:				APROVADO POR (APENAS PARA INSTRUÇÕES DE RV)	
 							Ass. dos Responsáveis Técnico; Qualidade; Produção	
							VÁLIDO DE: A: _____ IQ-100-02	

**Figura 76.** SOS Medição da gramagem (Folha 1)





Swedwood PORTUGAL		Standard Operation Sheet					DATA:	IQ-100-02
FABRICA: Lacquering and Printing		ÁREA: Lacquering	LINHA: Linha 1 e 2	POSTO TRABALHO: Op. Linha e Line- Leader			DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:	ELABORADO POR: INFORMAÇÃO ADICIONAL: <b>SWOP</b>
<b>SOS - Lacq. - Medição da Gramagem</b>								
Nº	WES	Actividade	Repetição	Tempo de atividade	Caminha	Tempo Acumulado	Pontos Chave	Layout
12		Deslocar-se para a máquina do Sealer			8	110		
13		Colocar a placa na linha		3		113		
14		Deslocar-se para o final do túnel UV Sealer			10	123		
15		Esperar e retirar a placa		5		128		
16		Deslocar-se para a balança Linha 2			11	139		
17		Pesar a placa, registar o valor no verso da placa, desligar a balança e guardar a base		18		157		
18		Deslocar-se para a balança Linha 1			20	177		
19		Ligar a balança, escolher a base apropriada e tirar a Tara à placa		18		195		
20		Deslocar-se para a máquina da 1ª Base			10	205		
21		Colocar a placa na linha		4		209		
22		Deslocar-se para o final do túnel UV da 1ª Base			5	214		
<b>Notas:</b>			<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>100</b>		TAKT time:	
<b>AJUDAS EHS:</b> 			<b>AJUDAS CHAVE:</b>				<b>APROVADO POR (APENAS PARA INSTRUÇÕES DE RV)</b> Ass. dos Responsáveis Técnico, Qualidade, Produção <hr/> <b>VÁLIDO DE:</b> A: _____ IQ-100-02	

**Figura 77.** SOS Medição da gramagem (Folha 2)





<b>Swedwood</b> PORTUGAL		<b>Standard Operation Sheet</b>					DATA: _____	<b>IQ-100-02</b>
FABRICA: Lacquering and Printing		ÁREA: Lacquering	LINHA: Linha 1 e 2	POSTO TRABALHO: Op. Linha e Line- Leader		DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:	ELABORADO POR: _____	APROVADO POR: _____
INFORMAÇÃO ADICIONAL: <b>SWOP</b>								
<b>SOS - Lacq. - Medição da Gramagem</b>								
Nº	VES	Actividade	Repetição	Tempo de atividade	Caminha	Tempo Acumulado	Pontos Chave	Layout
23		Esperar e retirar a placa		4		218	O Operador deve estar atento (espaço curto)	
24		Deslocar-se para a balança Linha 1			11	229		
25		Pesar a placa, retirar a Tara à placa e registar o valor medido no verso da placa		16		245		
26		Deslocar-se para o final do túnel UV da 1ª Base			13	258		
27		Colocar a placa na linha		5		263		
28		Deslocar-se para o final do túnel UV da 2ª Base (guias paralelas)			8	271		
29		Esperar e retirar a placa		3		274		
30		Deslocar-se para a balança Linha 1			9	283		
31		Pesar a placa, retirar a Tara à placa e registar o valor medido no verso da placa		13		296		
32		Deslocar-se para o final do túnel da 2ª Base (guias paralelas)			8	304		
33		Colocar a placa na linha		2		306		
<b>Notas:</b>			<b>Total</b>	<b>157</b>	<b>149</b>		TAKT time:	
AJUDAS EHS:			AJUDAS CHAVE:				APROVADO POR (APENAS PARA INSTRUÇÕES DE RV)	
							Ass. dos Responsáveis Técnico; Qualidade; Produção	
							VÁLIDO DE: A: _____	IQ-100-02

Figura 78. SOS Medição da gramagem (Folha 3)



		<h2 style="text-align: center;">Standard Operation Sheet</h2>					DATA:	IQ-100-02
							ELABORADO POR:	APROVADO POR:
FABRICA: Lacquering and Printing	ÁREA: Lacquering	LINHA: Linha 1 e 2	POSTO TRABALHO: Op. Linha e Line- Leader			DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:	INFORMAÇÃO ADICIONAL: 	
<b>SOS - Lacq. - Medição da Gramagem</b>								
Nº	YES	Actividade	Repetição	Tempo de atividade	Caminha	Tempo Acumulado	Pontos Chave	Layout
34		Deslocar-se para o final do túnel UV da 3ª Base			20	326		
35		Esperar e retirar a placa		5		331		
36		Deslocar-se para a balança Linha 1			18	349		
37		Pesar a placa, retirar a Tara e registar o valor no verso da placa		12		361		
38		Deslocar-se para o final do túnel UV da 3ª Base			20	381		
39		Colocar a placa na linha		9		390		
40		Deslocar-se para a zona de inspecção			15	405		
41		Esperar e retirar a placa		11		416		
42		Deslocar-se para junto do quadro da temperatura			9	425	Se o controlador de alguma máquina estiver desligado, o Operador deve medir a temp. com o termómetro	
43		Registar os valores da temperatura para cada máquina		41		466		
44		Deslocar-se para a balança Linha 1			19	485		
Notas:			Total	235	250		TAKT time:	
AJUDAS EHS:			AJUDAS CHAVE:				APROVADO POR (APENAS PARA INSTRUÇÕES DE	
							RV Ass. dos Responsáveis Técnico; Qualidade; Produção	
							VÁLIDO DE: A:	

**Figura 79.** SOS Medição da gramagem (Folha 4)


		<h2 style="text-align: center;">Standard Operation Sheet</h2>					DATA:	IQ-100-02
							ELABORADO POR:	
FABRICA: Lacquering and Printing	ÁREA: Lacquering	LINHA: Linha 1 e 2	POSTO TRABALHO: Op. Linha e Line- Leader			DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:	INFORMAÇÃO ADICIONAL: 	
<h3>SOS - Lacq. - Medição da Gramagem</h3>								
Nº	VES	Actividade	Repetição	Tempo de atividade	Caminha	Tempo Acumulado	Pontos Chave	Layout
45		Pesar a placa, desligar a balança, registar o valor observado no verso e guardar a base		17		502		
46		Desloca-se para a mesa de registos			15	517		
47		Regista os valores da placa no IQ 041		77		594		
48		Desloca-se para junto do estandarte com a ITP 502 e ITP 511			4	598		
49		Verifica se os valores medidos estão dentro dos intervalos especificados		19		617		
50		Desloca-se para a mesa de registos			4	621		
51		Guardar a placa		1		622		
52								
53								
54								
55								
<b>Notas:</b>			<b>Total</b>	349	273	622	TAKT time:	
<b>AJUDAS EHS:</b> 			<b>AJUDAS CHAVE:</b>				<b>APROVADO POR (APENAS PARA INSTRUÇÕES DE RW)</b> Ass. dos Responsáveis Técnico; Qualidade; Produção _____ <b>VÁLIDO DE: A:</b> _____	
							IQ-100-02	

**Figura 80.** SOS Medição da gramagem (Folha 6)

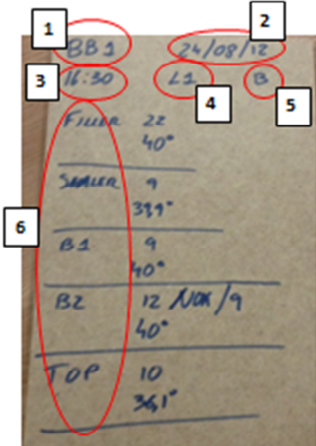


## **ANEXO 7 – WORK ELEMENT SHEET – REGISTO NA PLACA DE MEDIÇÃO**




		<h2 style="text-align: center;">Work Element Sheet</h2>				DATA:	IQ-100-02
						ELABORADO POR:	
FABRICA: Lacquering and Printing	ÁREA: Lacquering	LINHA: 1 e 2	POSTO TRABALHO:	Op. Linha e Line Leader	DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:	INFORMAÇÃO ADICIONAL: <b>SWOP</b> WES	

Elemento de Trabalho: Registo na placa de medição

Nº	Simbolo	Atividade, O Quê?	Pontos chave, Como?	Porquê?	Ilustrações	
1		Escrever a cor que a sua linha está a pintar (1)		Para garantir que todos registam a mesma informação		
2		Escrever o Dia (2)				
3		Escrever a hora (3)				
4		Escrever a Linha (4)				
5		Escrever a Equipa (5)				
6		Escrever as máquinas onde vai medir (6)				
7						
8						
9						
10						

**Notas:** Variante:

<b>AJUDAS EHS:</b> 	<b>AJUDAS CHAVE:</b>	<b>APROVADO POR (APENAS PARA INSTRUÇÕES DE RW)</b> Ass. dos Responsáveis Técnico; Qualidade; Produção <hr/> <b>VÁLIDO DE:</b> A: IQ-100-02
---	----------------------	--

**Figura 81.** WES Registo na placa de medição



## **ANEXO 8 – CHECKLIST DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**





<b>L26 - Riscos do Top</b>		
<b>Cores onde ocorre: Black-Brown; Black 1</b>		
<b>Verificar</b>	<b>OK</b>	<b>NOK</b>
<b>1</b> Verificar a pressão entre rolos e a pressão do rolo nas peças Se NOK, ajustar		
<input style="width: 100%;" type="text" value="O Problema continua?"/>	<input style="width: 50%;" type="text" value="S"/>	<input style="width: 50%;" type="text" value="N"/>
<b>2</b> A quantidade de Top aplicada é a correta? Se NOK, ajustar a gramagem alicada (Consultar ITP 502 e ITP 511)		
<input style="width: 100%;" type="text" value="O Problema continua?"/>	<input style="width: 50%;" type="text" value="S"/>	<input style="width: 50%;" type="text" value="N"/>
<b>3</b> A temperatura do Top é a correta? (ITP 502) Se NOK, ajustar a temperatura da tinta		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">           Como o TOP é adicionado lata a lata, a adição de tinta fria provoca uma choque térmico que se traduz no aparecimento de riscos brilhantes. Na adição de tinta é importante ter em atenção a <b>ITP 501</b> (Adicionar tinta à mesma temperatura)         </div>		
<input style="width: 100%;" type="text" value="O Problema continua?"/>	<input style="width: 50%;" type="text" value="S"/>	<input style="width: 50%;" type="text" value="N"/>
<b>4</b> Verificar se a tinta do TOP está limpa e sem microespuma Se NOK, filtrar a tinta do TOP		
<input style="width: 100%;" type="text" value="O Problema continua?"/>	<input style="width: 50%;" type="text" value="S"/>	<input style="width: 50%;" type="text" value="N"/>
<b>5</b> A bomba da máquina do Top está a bombear corretamente? Se NOK, ajustar pressão da bomba (Consultar ITP 633) <b>Nota:</b> Se utilizar o tubo Burckle, pode ser necessário aumentar a pressão da bomba, de modo a garantir o caudal necessário.		
<input style="width: 100%;" type="text" value="O Problema continua?"/>	<input style="width: 50%;" type="text" value="S"/>	<input style="width: 50%;" type="text" value="N"/>
<b>6</b> As peças surgem com riscos de caudal? Se NOK, utilizar o tubo Burckle		
<input style="width: 100%;" type="text" value="O Problema continua?"/>	<input style="width: 50%;" type="text" value="S"/>	<input style="width: 50%;" type="text" value="N"/>
<b>7</b> Os raspadores estão a limpar bem? Se NOK, abrir e fechar o raspador Se NOK, limpar raspador Se NOK, trocar raspador		

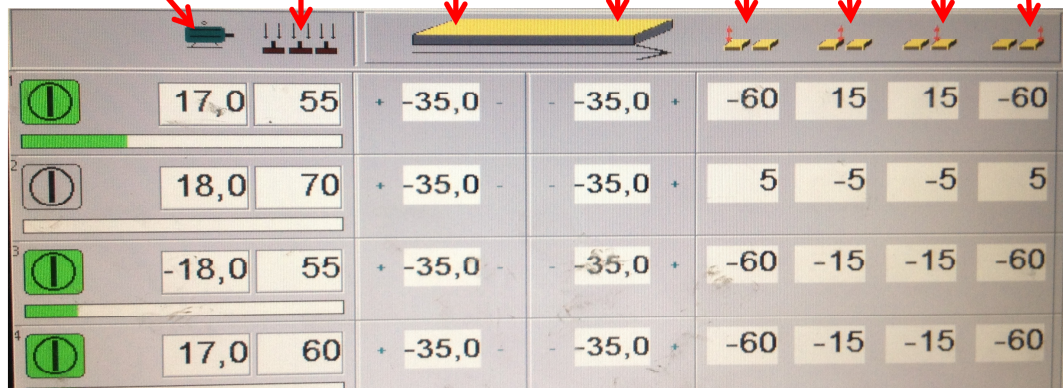
**Figura 82.** Checklist resolução do defeito "Risco do Top"



## **ANEXO 9 – PARÂMETROS NORMALIZADOS DA 1ª HEESEMANN**



Parâmetros Lixagem e Pintura											
					Distância de lixagem		% Pressão de Lixagem nos cantos				
					Atrás	Frente	Exterior Esquerdo	Interior Esquerdo	Interior Direito	Exterior Direito	Notas
1ª Heesmann	Cross Belt	120	de 12 a 15	de 40 a 75	Usar valores positivos (ou próximos de zero) para que a área de lixagem seja máxima. <b>Nota:</b> só usar se as peças entrarem alinhadas. Usar valores negativos para peças pequenas.		% do valor da Pressão (definida) a ser exercida nos cantos. Valores positivos, mais pressão. Valores negativos, menos pressão.  <b>Ex:</b> -10 , significa menos 10% da pressão definida, ou seja, a pressão no canto escolhido é de 54 se a pressão estiver definida a 60.  <b>Importante:</b> Sempre que se muda de lixa, ter em atenção as pressões positivas. Ao lixar demasiado pode-se provocar casca.				% pressão de lixagem nos cantos deve ser ajustada à medida que as lixas ficam gastas
	1ª Longitudinal	150 ou 120	de 15 a 18	de 40 a 75							
	2ª Longitudinal	180	de -15 a -18	de 40 a 75							
	3ª Longitudinal	220	de 15 a 18	de 40 a 75							
	Vácuo (bar)	ITP 696									No caso de peças pequenas desligar o agregado (1ª longitudinal)
	Pressão do aperto das lixas	4 a 6 bar									



1	17,0	55	+ -35,0 -	- -35,0 +	-60	15	15	-60
2	18,0	70	+ -35,0 -	- -35,0 +	5	-5	-5	5
3	-18,0	55	+ -35,0 -	- -35,0 +	-60	-15	-15	-60
4	17,0	60	+ -35,0 -	- -35,0 +	-60	-15	-15	-60

**Figura 83.** Parâmetros normalizados para a 1ª Heesemann



## **ANEXO 10 – ESTUDO ESTATISTICO DAS GRAMAGENS APLICADAS**





A Figura 84 ilustra o ficheiro onde são registados os valores das gramagens medidos na linha, de hora-a-hora.

B	1	23:50	43	RW	20	37,5	9	38,1	10	39	10	38,7			9	37
B	1	00:50	43	N	24	38,9	9	39,7	10	36,8	9	38,4			8	38,2
B	1	2:00	43	RW	25	38,9	10	37,9	10	38,1	10	37,6			9	39,1
B	1	3:00	43	RW	23	39	9	39,9	10	37,6	8	38,7			9	38,9
B	1	4:20	43	N	21	38,8	9	40	9	37,9	8	35,8			8	38,5
B	1	5:15	43	N	23	38,7	9	39,5	10	37,3	10	36,1			8	38,6
B	1	6:20	43	N	18	38,7	10	40,1	9	37,7	10	35,7			10	39,4
A	1	7:21	43	N	23	38,2	8	40	8	37,6	10	36			9	39,3
A	1	8:12	43	N	23	38,6	8	40,1	9	38,3	7	39,3			9	38,9
A	1	9:45	43	N	17	39,2	8	40	9	39,3	9	40,1			8	39,9
A	1	10:12	43	N	21	39	8	39,8	9	39,2	10	39,6			8	39,7
A	1	11:40	43	N	23	39,8	9	40	10	35,2	9	39,9			8	40
A	1	12:50	43	N	25	39,1	9	39,4	10	39,9	8	39,9			8	38,1
A	1	13:40	43	N	27	39,2	11	39,9	10	40	9	40,1			8	38,9
A	1	14:16	44	N	27	38,2	10	39,6	10	40	9	40,1			8	38,2
C	1	15:30	44	N	28	39	10	40	10	38	10	40			9	39
C	1	16:30	42	N	20	40	12	40	10	39	9	40			8	39
C	1	18:00	42	N	21	40	12	40	11	38	11	39			9	38
C	1	19:20	42	N	17	39	11	40	11	39	9	39			9	38
C	1	20:30	42	N	20	39	11	40	10	39	10	39			9	39
B	1	23:15	42	N	21	38,6	9	38,7	10	37,9	10	39,5			16	37,5
B	1	00:10	42	N	23	39	10	38,8	10	39,6	9	38,6			9	38

**Figura 84.** Extrato do ficheiro de recolha de dados das gramagens

Com estes valores, procede-se ao estudo estatístico baseando-se na média e no desvio padrão, Tabela 21. Desta forma é possível determinar os intervalos de aplicação de modo a minimizar os consumos de tinta, garantindo que os operadores têm sempre o processo controlado.

**Tabela 20.** Intervalos de aplicação para a cor Black Brown

	Black Brown				
	Filler	Sealer	Base 1	Base 2	Top
<b>Média (<math>\mu</math>)</b>	22,28	10,69	9,96	10,05	8,84
<b>Desvio Padrao (<math>\sigma</math>)</b>	3,19	1,70	0,78	0,87	0,62
<b>Máximo</b>	31	15	15	16	16
<b>Mínimo</b>	12	3	8	7	7

$\mu - 3\sigma$	12,72	5,59	7,61	7,45	6,99
$\mu - 2\sigma$	15,91	7,29	8,39	8,32	7,61
$\mu - \sigma$	19,09	8,99	9,17	9,19	8,23
$\mu$	22,28	10,69	9,96	10,05	8,84
$\mu + \sigma$	25,47	12,39	10,74	10,92	9,46
$\mu + 2\sigma$	28,66	14,10	11,52	11,78	10,08
$\mu + 3\sigma$	31,85	15,80	12,30	12,65	10,69